TRAITÉ MÉTHODIQUE

DE LA FABRICATION DU COKE

ET DU

CHARBON DE TOURBE.

IMPRIMERIE DE COSSE ET G.-LAGUIONIE,
Rue Christine, n° 2.

TRAITÉ MÉTHODIQUE

DE

LA FABRICATION DU COKE

ET

DU CHARBON DE TOURBE.

PAR M. PELOUZE PÈRE.

Cet ouvrage, en dehors de sa spécialité, offre un indispensable complément du Traité de l'Éclairage au gaz, du même auteur ;

AVEC PLANCHES.

PARIS.
LIBRAIRIE DE MAISON,
Éditeur du Guide en France de Richard,
QUAI DES AUGUSTINS, 29.

1842

les plus éclairés, la discussion rationnelle des méthodes diverses et des avantages, balancés par les inconvénients que présente chacun des procédés indiqués; et nous ne doutons pas qu'un examen attentif de notre nouvelle publication n'en fasse ressortir toute l'opportunité.

INDEX DES PLANCHES.

TRAITÉ MÉTHODIQUE

DE

LA FABRICATION DU COKE

ET

DU CHARBON DE TOURBE.

Première Partie.

COKE.

CHAPITRE PREMIER.

Pronostic que l'on peut tirer de l'aspect et de la nature particulière des houilles pour la qualité et le rendement en coke. — Influence de la température dans la carbonisation des houilles.— Produits de la distillation des houilles. — Caractères généraux des houilles. — Considérations sur le degré de combustibilité des cokes.

Dans le traité de l'éclairage au gaz qui précède, on s'est suffisamment étendu sur la théorie de la formation de la houille, sur ses principaux gisements, sur son extraction, etc., etc. Il ne reste donc plus, pour remplir l'objet spécial de cet appendice, qu'à la considérer sous le rapport de la fabrication du coke. Déjà même cette matière a été effleurée, mais d'une manière tellement superficielle, qu'il semble convenable ici, afin d'éviter des recours fa-

tigants pour le lecteur, de reprendre les procédés exposés avec si peu de développements.

Du pronostic que l'on peut tirer de l'aspect et de la nature particulière des houilles pour un rendement avantageux en coke.

La quantité de coke obtenue d'une houille par distillation dépend autant des proportions qui existent entre les divers composants de cette houille que du carbone qu'elle renferme. La dénomination de *matière charbonneuse*, appliquée aux combustibles minéraux d'une couleur noirâtre ou noire, n'est pas exacte, parce qu'elle paraît supposer l'existence du charbon tout développé dans ces corps, ce qui est loin d'être prouvé. Il est probable qu'on ne trouvera jamais exactement pour les houilles une classification nettement tranchée, qui puisse indiquer *à priori* leur teneur en carbone, et par conséquent leur rendement certain en coke.

La quantité de charbon retirée de la houille est extrêmement variable. Elle peut généralement cependant s'estimer entre 48 à 70. Parmi ces charbons, connus sous le nom de *cokes*, il en est qui conservent la forme de la houille employée, sans changer de volume ; d'autres, en conservant cette forme, se rapetissent plus ou moins, et enfin d'autres se boursouflent, augmentent par conséquent de volume, et présentent une masse poreuse. Pour reconnaître dans la houille crue cette propriété, qui détermine souvent son emploi dans la fabrication du coke, on doit la réduire en poudre, et, à défaut d'autre appareil, la chauffer dans un creuset couvert.

La houille d'une première espèce donnera du coke en poudre incohérente ; le coke d'une seconde espèce de houille n'offrira pas plus de volume que la houille employée. Le contraire a même lieu très souvent ; mais ce coke formera toujours une masse frittée, douée quelquefois d'une assez grande fermeté ; enfin, une troisième espèce de houille fournira un coke parfaitement homogène qui se moulera sur la forme du creuset, et qui souvent en dépassera les bords : cette espèce de houille, par la chaleur entre en une sorte de fusion.

Il n'existe point de limites parfaitement tracées entre ces trois espèces de houilles. Tantôt la poudre de la première montre une légère cohérence, tantôt aussi la matière frittée de la deuxième espèce paraît en partie fondue. Ces propriétés de la houille sor-

vent cependant, jusqu'à un certain point, à faire juger de sa composition. Donnons à la première espèce le nom de *houille sèche*, à la deuxième celui de *houille maigre*, et a la troisième celui de *houille grasse*. Les deux dernières seront aussi désignées sous le nom de houille collante.

Influence de la température.

La quantité de coke que l'on obtient de toutes les houilles diminue lorsqu'on emploie une forte chaleur au commencement de la carbonisation : la perte qui résulte dans ce cas est, en général, d'autant plus grande que les houilles sont plus grasses et moins riches en carbone et plus riches en bitume ou substances hydrogénées. Cependant, cet excès de perte, résultant d'une chauffe trop brusque, ne s'élève guère jamais au-dessus de 6 à 8 pour 100.

D'un autre côté, on remarque qu'un degré de chaleur, faible au commencement de la carbonisation, si on l'augmente successivement, rend la houille moins collante. Il se pourrait, par exemple, que, traitées de cette façon, des houilles maigres se comportassent comme la houille sèche, et des houilles grasses comme la houille maigre, qui ne donne que du coke simplement fritté. En tout cas, on peut diminuer, par une chaleur d'abord doucement appliquée et augmentée successivement, le boursouflement des houilles grasses, et en obtenir un coke plus compacte.

On croyait que la houille grasse différait des autres espèces de houille, en ce qu'elle contenait moins de carbone et plus de bitume, pensant à tort que ce dernier produit, obtenu par la distillation, était tout formé antérieurement à la chauffe, et faisait une des parties constituantes de la houille. Mais des recherches dirigées sur cet objet, ont montré que le contenu en charbon des houilles grasses est ordinairement plus grand que dans les houilles qui ne le sont pas. Il existe beaucoup de houilles sèches et de houilles maigres, qui ne produisent que 50 pour 100 de coke, tandis qu'on ne trouvera que peu de houilles grasses qui n'en fournissent davantage. Un grand nombre de ces dernières donnent jusqu'à 80 pour 100 de coke boursouflé.

Produits de la distillation.

Les produits obtenus par la distillation de la houille sont, outre les substances gazeuses, de l'eau, de l'huile empyreumatique en quantité prédominante, quelquefois un peu d'acide, et toujours une petite proportion d'ammoniaque. L'huile est d'autant plus épaisse que la houille contient plus de carbone. Le rapport de l'eau au liquide oléagineux est le plus grand possible, lorsque la houille est de l'espèce décidément *sèche*, et la masse de tous les produits volatils, soit liquides ou gazeux, est toujours en raison inverse avec le contenu en carbone ou coke.

Il n'y a que la houille sèche et la houille maigre, quand elles sont pauvres en carbone, qui se décomposent au-dessous de la chaleur lumineuse, et cette décomposition, même pour ces deux espèces de houille, est toujours très imparfaite ; la substance oléagineuse ne se forme qu'au premier degré de la chaleur rouge-brun. Lorsque les houilles *sèche* et *maigre* sont riches en carbone, elles ne peuvent être décomposées qu'à une forte chaleur rouge.

Il n'existe point de houille qui, soumise à la distillation, ne donne de l'eau. La houille la plus sèche et la plus riche en carbone, dont on a pu extraire jusqu'à 95 pour 100 de coke, produit encore 1 pour 100 d'eau et de 0,1 à 0,2 d'huile empyreumatique.

La houille contient toujours, lors même qu'elle a été longtemps séchée à l'air, une certaine quantité d'eau qu'on en peut chasser par la chaleur de l'ébullition, et que ce combustible est susceptible de réabsorber de nouveau. Il paraît que les houilles sèches possèdent au plus haut degré cette faculté : il existe telles de ces houilles qui peuvent s'imbiber de 12 à 13 pour 100 d'eau ; ce sont alors le plus souvent des houilles très pauvres.

Caractères généraux des houilles.

La pesanteur spécifique de la houille varie beaucoup. On peut admettre, comme règle générale, mais sujette à beaucoup d'exceptions, que la houille sèche est plus pesante que la maigre, et celle-ci plus pesante que la grasse. Cependant la pesanteur spécifique augmente en général avec le contenu en carbone ; de sorte qu'une houille grasse, riche en carbone, peut jouir presque de la

même pesanteur spécifique qu'une houille sèche d'une teneur moyenne en carbone. La quantité de matières terreuses renfermée dans le combustible, est susceptible d'ailleurs d'accroître considérablement sa pesanteur spécifique.

On trouve de la houille qui contient moins de cendres que le bois, et il en existe, au contraire, qui en contient au delà de 20 pour 100. Le contenu en cendres n'est, d'ailleurs, en rapport ni avec les propriétés caractéristiques des différentes espèces de houille, ni avec leur teneur en carbone, ni avec la puissance des bancs ou couches, ni avec leur position, ni avec la profondeur d'une même couche au-dessous de la terre, ni enfin avec l'étendue du gisement dans le sens de la direction.

Pour déterminer en petit la teneur en cendres d'une houille, on opère ordinairement sur un morceau pris indistinctement et au hasard ; mais il est évident qu'on ne peut obtenir avec quelque exactitude de cette manière, la teneur générale en matières terreuses ; car dans la masse il se présente des terres. Une donnée certaine ne peut s'acquérir que par l'incinération d'une grande quantité du combustible. Il est, en effet, très rare que les parois des fissures soient pures ; elles sont presque toujours tapissées de pyrites, de spath calcaire, de dolomite, de blende, de spath pesant, de gypse et d'argile. Le soufre ne se dégage pas entièrement des pyrites pendant la calcination.

Les grandes différences qu'on remarque dans les cokes obtenus, soit sous le rapport de la quantité, soit sous le rapport des propriétés physiques de ce produit, prouvent déjà les nombreuses variations que doit présenter la houille dans sa composition. Il n'en existe peut-être pas de deux exploitations qui soient parfaitement semblables.

Les houilles pauvres en carbone présentent toujours une couleur brunâtre, lorsqu'en même temps l'hydrogène y est en quantité considérable par rapport à l'oxygène. Un noir intense, joint à un éclat vif et à une grande dureté, annonce toujours une grande proportion de carbone et un excès d'oxygène. Toutefois, l'éclat résineux n'indique pas autant de carbone que le ferait l'éclat vitreux. Le noir, avec un éclat vif et peu de résistance et de dureté, caractérise les houilles riches en carbone et dans lesquelles l'hydrogène s'est accru. Le noir avec un aspect terne et beaucoup de résistance et de dureté, annonce des houilles moins riches en carbone, et dans lesquelles l'oxygène domine fortement

sur l'hydrogène. Si la couleur passe au noir brun, c'est que la proportion d'hydrogène augmente; mais si la houille devient en même temps plus terne et que la dureté diminue, sans que la résistance change, c'est que la teneur en carbone est encore moindre et que l'oxygène reste prédominant sur l'hydrogène. En général, la dureté de la houille diminue à mesure que le rapport de l'hydrogène à l'oxygène augmente, et la fermeté ou la résistance s'accroît avec le rapport des deux gaz au carbone.

L'anthracite fibreux, autrement dit le *charbon de bois minéral*, habite toujours avec la houille. Très difficile à brûler, cette substance est regardée ordinairement comme une blende charbonneuse. On le trouve, le plus souvent, en couches de trois lignes à un pouce d'épaisseur, et parfaitement parallèle à la stratification des bancs. Souvent aussi il a concouru dans la formation de la masse houilleuse, dont une grande partie est composée des mêmes fibres végétales qui ont donné naissance à cette espèce d'anthracite. Dans ce cas, les deux substances ne forment qu'une masse commune, et il ne reste du charbon de bois minéral que les empreintes des fibres dont il était composé. Très riche en carbone et fournissant jusqu'à 95 pour 100 de coke, cette substance, par son interposition entre les lames de la houille soumise à la distillation, ne peut être une cause de déchet dans le rendement en coke.

Quand les couches alternatives de la houille sont très minces, ce qui arrive fréquemment, elle ne peut guère être convertie en coke, à moins qu'elle ne soit de l'espèce collante.

Sous le rapport de la carbonisation, les trois espèces de houille doivent être considérées distinctement.

Toutes les houilles sèches, et certaines houilles maigres, bien qu'elles fussent homogènes, et par conséquent riches en carbone, ne donnent pas de bon coke, si elles présentent un trop grand nombre de fissures, parce que ce coke se réduit en petits fragments, et ne peut alors être utile dans beaucoup d'emplois.

Si les houilles sèches et celles qui donnent des cokes frittés, étaient pauvres en carbone et composées, par conséquent, de parties brillantes et de parties mates, il ne faudrait les carboniser que dans le cas où les deux espèces de houille seraient intimement mêlées. Si elles étaient disposées, pour leur carbonisation, en couches alternatives entre elles, il en résulterait de nombreuses solutions de continuité, augmentées encore par les fentes verti-

cales qui divisent les couches noires et riches. Ces fentes se remarquent toujours dans les couches noires et brillantes, ou bien elles se manifestent après la carbonisation. La division du coke et son incombustibilité qui en est le résultat, ont fait croire longtemps que les couches noires des houilles maigres constituaient une espèce d'anthracite, puisque les petits fragments de coke se retirent des creusets des hauts fourneaux à fer sans qu'ils aient éprouvé aucune altération.

Les houilles sèches, mais pauvres en carbone, dont les couches alternatives ont quatre à cinq pouces d'épaisseur, et qui ne sont pas divisées par des fentes ni par des couches de charbon de bois minéral, peuvent être carbonisées; mais elles ne produisent qu'un coke très dense, dur, et ne brûlant que fort difficilement.

Celles des houilles maigres qui forment la transition aux houilles grasses, peuvent encore fournir du coke en assez gros morceaux, lors même qu'elles offrent dans leur texture des solutions de continuité.

Les houilles grasses ne présentent pas les inconvénients que nous venons de signaler. Etant soumises à la carbonisation, elles entrent, pour ainsi dire, en fusion, et donnent constamment du coke en gros morceaux, à moins cependant qu'elles ne contiennent une grande proportion d'anthracite fibreux, ou d'autres substances étrangères.

Considérations sur le degré de combustibilité des cokes.

On pourrait croire que le coke demi-fondu, provenant des houilles grasses, devrait, à raison du poli de la surface, être moins facile à allumer que le coke à surface rude et offrant de nombreuses aspérités. C'est effectivement ce qu'on remarque quand ce coke poli est soumis à la combustion en petites quantités. Mais, il en est tout autrement quand on en emploie à la fois de grandes masses. Ces cokes boursouflés, dans ce dernier cas, laissent, à raison de la forme des morceaux, de si nombreux interstices et des vides si considérables, que la circulation de l'air n'est jamais entravée.

Ce sont, au surplus, les houilles grasses, qui, en même temps qu'elles produisent du très gros coke, en fournissent aussi beaucoup en très petits morceaux, connu sous le nom de *menuise* ou

menuaille; cela tient à ce que le coke boursouflé, qui est très tendre, s'écrase davantage sous le poids de la masse.

L'exploitation de la houille, en général, donne toujours plus ou moins de *menu*, ou même de poussière. Il est inutile de rappeler que ce menu combustible n'est susceptible de carbonisation pour en faire du coke utile, qu'autant que la houille est d'une nature très grasse, et pour en tirer parti, dans ce cas, il faut employer le procédé qui va être immédiatement décrit.

CHAPITRE II.

PROCÉDÉS DE FABRICATION DU COKE.

Opérations préalables. — Diverses méthodes de carbonisation. — Carbonisation en meules. — Tas allongés. — Conduite de la carbonisation. — Influence de l'espèce de houille et de l'atmosphère sur la durée de l'opération. — Durée du refroidissement. — Inconvénients de cette méthode. — Méthode anglaise de carbonisation. — Carbonisation de la menuaille de houille. — Déchets dans la carbonisation de la menuaille. — Noir de fumée. — Autre espèce de fourneau. — Conduite de l'opération.

Opérations préalables.

Dans le cas de carbonisation de la menuaille de houille grasse, il en faut soigneusement séparer les matières étrangères qui la souillent, et qui, le plus souvent, proviennent du toit ou du lit de la couche houilleuse ; il en faut écarter les terres qui remplissent les fissures ou *failles;* enfin, il faut surtout les purger de l'anthracite fibreux qui accompagne presque constamment la houille grasse principalement. Si cette menuaille pouvait, sans trop de frais, être amenée à l'état de pureté parfaite, elle donnerait du coke tout aussi bon que celui provenant des gros morceaux de la même houille : le coke ne différerait que par un peu plus de légèreté.

Diverses méthodes de carbonisation.

On carbonise la houille, ou dans des fourneaux, ou à l'air libre en meules ; en suivant le premier procédé, on a pour but de recueillir et d'utiliser les produits volatils qui s'en dégagent.

La carbonisation des houilles, en général, n'exige pas autant de précautions que celle du bois ; parce que la température doit être plus élevée ; parce que le coke conserve presque toujours le même volume que celui de la houille, et que souvent même ce volume augmente, ce qui ne laisse pas craindre les affaissements si à redouter dans la fabrication du charbon de bois. D'ailleurs, le coke étant beaucoup moins inflammable que celui-ci, est exempt des mêmes déchets. La houille maigre et la houille sèche exigent même pour leur carbonisation un courant d'air assez fort.

Carbonisation en meules.

Les meules de houille à carboniser recevaient ordinairement, pour cette opération, une forme circulaire comme celle des fauldes de carbonisation du bois ; on leur donnait de 3 à 5 mètres de diamètre à la base, de 15 à 21 centimètres d'élévation à la circonférence, et de 46 à 66 centimètres au centre ; on les couvrait d'abord de paille et de feuilles, et ensuite de terre ; on les allumait par le haut et l'on gouvernait le feu, en pratiquant des ouvreaux dans la couverture. Bientôt on s'aperçut que ce procédé était susceptible d'une grande simplification, et qu'il suffisait de placer sur la meule une couche de menue houille et de couvrir les endroits qui ne donnaient plus de flamme, avec de la poussière de coke (*fraisil*), pour étouffer le feu. Alors, au lieu d'employer la forme circulaire, on disposa la houille en tas allongé, et lui faisant former un demi-cylindre coupé dans la direction de l'axe, afin d'en carboniser à la fois une plus grande quantité.

Il est hors de doute que cette méthode augmente le déchet. On devrait donc, pour la houille grasse du moins, revenir à l'ancienne méthode, si, vu la grande consommation de coke, on ne pouvait y suffire par la carbonisation dans des fourneaux, procédé qui restreint les déchets.

Tas allongés.

Le mode de carbonisation, en tas allongés, est parfaitement simple. On choisit un emplacement qui ne soit pas sablonneux, et assez élevé pour que l'eau ne puisse y séjourner. Si la terre n'est pas assez dense, il faut couvrir l'emplacement d'une couche de bonne argile pétrie avec de la menuaille de coke, à une épaisseur d'environ 16 centimètres, puis damer ce revêtement et l'aplanir convenablement. Dans la suite du travail, le terrain s'encombrant nécessairement, il faut de temps à autre le déblayer.

Après avoir enlevé, à l'aide de râteaux en fer, le fraisil de la cuite précédente, lequel fraisil est composé de petits fragments de coke, la plupart du temps mêlés d'anthracite ou charbon de bois minéral, et après avoir régalé et égalisé la faulde, le charbonnier enfonce dans le sol, en se dirigeant par un cordeau tendu dans le sens de l'axe, des piquets de 65 centimètres de hauteur, en ménageant entre eux un intervalle de 65 centimètres, ou même beaucoup plus grand, suivant que la houille est plus grasse. Ces piquets marquent les points d'allumage de la meule.

On dispose ensuite le long du cordeau, les plus gros morceaux de houille, en les inclinant l'un vers l'autre, de manière à former une galerie ou un conduit d'air, qui règne dans toute la longueur du tas. La largeur de ce canal doit se proportionner au degré d'inflammabilité de la houille employée; il faut que cette largeur soit d'autant plus considérable que la houille est plus maigre et plus pesante, et, par conséquent, moins inflammable. On appuie contre ces premières rangées, en laissant le moins de jour possible, les rangées suivantes, dont les morceaux doivent toujours décroître de hauteur de plus en plus.

On donne ordinairement à ces meules de 3 à 4 mètres de largeur; les plus gros morceaux de houille ont tout au plus un volume de 30 centimètres cubes; les fragments de 5 centimètres cubes ne peuvent servir que pour le remplissage et la couverture. La longueur de la meule ne dépend que de l'étendue de l'emplacement dont on peut disposer, et de la quantité de coke que l'on veut obtenir d'une seule cuite. Assez ordinairement, on adopte la longueur de 30 à 40 mètres. La chose essentielle, dans cette

opération, c'est l'arrangement des gros morceaux. On les doit placer de champ, de manière que leur lit de pose soit perpendiculaire à l'axe, afin que la houille reste mieux exposée à l'action de l'air ambiant.

On donne à la meule, au milieu, de 40 à 60 centimètres de hauteur, et de 12 à 16 centimètres vers les côtés du demi-cylindre. Quant à la seconde couche de houille, il n'est pas besoin d'une telle régularité ; on y place de champ ou sur leur plat, des fragments dont le volume va toujours en diminuant vers les côtés, et qui servent tout à la fois à remplir les vides, et à donner au tas la forme arrondie convexe.

Ces dispositions étant faites, on répand sur tout le demi-cylindre une couche de menuaille, destinée à modérer le tirage pendant la carbonisation, et qui sert de couverture au tas.

La houille grasse comporte une plus grande hauteur de meule, mais elle demande aussi que la couverture de menuaille ait une plus grande épaisseur et soit soignée davantage. Quant à la houille pesante et comparativement moins inflammable, elle doit être carbonisée en meules basses, et il ne faut donner à ces meules qu'une couverture légère qui n'intercepte qu'imparfaitement l'accès de l'air.

Après avoir achevé la construction de la meule, le charbonnier enlève les piquets et projette dans les vides qui résultent de cet enlèvement, de la houille enflammée, qui, au bout de quatre à six heures, détermine la combustion dans toute la masse. Le soin du charbonnier, à partir de ce moment, doit être de remarquer les points où la houille, cessant de fumer et de brûler avec flamme, se couvre de cendres blanches et témoigne par là que la carbonisation y est achevée. Au fur et à mesure qu'il voit blanchir un endroit, il doit tâcher d'y étouffer le feu, en y jetant du fraisil de coke, dont, pour cet usage, il doit être pourvu par un approvisionnement le long des côtés de la meule.

Conduite de la carbonisation.

D'ordinaire, la cuisson commence sur les bords et se propage successivement jusqu'au centre de la meule. Il est très essentiel d'en suivre avec attention le progrès, et de saisir, pour chaque point, le moment précis où il faut éteindre le feu ; car, au delà de cette période, il y aurait du coke brûlé en pure perte ; et, au

contraire, si la carbonisation était trop tôt arrêtée, c'est-à-dire au moment même où il ne se manifeste plus de flamme, mais pendant qu'il y a encore des fumées, le coke serait mal cuit, dur, et refuserait de brûler, à moins d'un fort courant d'air. C'est principalement dans le cas de carbonisation des houilles maigres ou sèches que le défaut d'une cuisson suffisante du coke est à redouter.

Influence de l'espèce de houille et de l'atmosphère sur la durée de l'opération.

La nature de la houille influe beaucoup sur le temps pendant lequel la meule reste enflammée. Quand la houille est très grasse, l'opération est presque toujours achevée après trente-six heures de carbonisation ; il est rare qu'elle se prolonge au delà de quarante-huit heures. Quant aux houilles maigres et sèches, elles ne restent guère enflammées plus de douze à seize heures. Un air froid, sec, légèrement agité, abrége toujours la durée de la carbonisation. Si la fumée qui se dégage est très abondante, on peut, en général, compter que le coke sera léger. Quelquefois, cependant, il présente cette légèreté sans qu'il y ait eu un grand dégagement de fumée ; cela a surtout lieu pour les houilles grasses, et en même temps riches en carbone. On juge aussi favorablement du coke qui se produira, si pendant la carbonisation la masse offre une couleur de flamme blanche plutôt que rougeâtre.

Durée du refroidissement.

La meule doit rester couverte de son fraisil, sans qu'on y touche, pendant au moins trois à quatre jours, afin que le coke ait le temps de s'éteindre complétement. Ensuite, on retire le coke à l'aide d'un crochet et d'un râteau en fer : il convient mieux de commencer ainsi l'abattage de la meule par un des petits côtés de sa base.

Inconvénients de cette méthode.

La méthode qui vient d'être décrite n'est malheureusement pas aussi productive en coke qu'elle est simple et facile à exécuter ;

elle est presque toujours sujette à des déchets plus ou moins considérables; ces déchets sont, en général, d'autant plus grands, que l'on a traité des houilles moins riches en carbone.

Méthode anglaise de carbonisation.

En Angleterre, on suit une méthode fort avantageuse pour la carbonisation de la houille grasse. On en dispose les morceaux, en suivant les précautions indiquées plus haut, autour d'une espèce de cheminée en forme d'entonnoir, construite avec des briques réfractaires. Cette cheminée a 0^m9 de diamètre à sa base, 0^m7 à sa partie supérieure, et 1^m de hauteur. Le vide intérieur offre un tronc de cône, dont le diamètre de la base a 0^m0 5, et celui du petit cercle 0^m15.

On ménage dans cette cheminée, à des hauteurs différentes, trois séries d'ouvertures horizontales. Chaque série offre six de ces ouvreaux, qui ont 5 centimètres sur 8. Les premiers, si l'on part du sol, sont plus grands; on leur donne 10 centimètres sur 15. La dernière série ou la troisième est aux deux tiers de la hauteur totale. L'ouverture supérieure de la cuve est susceptible d'être fermée, au moyen d'un obturateur ou plaque en fer. Les morceaux de houille doivent se placer de champ, les joints tournés vers le fourneau, et de manière que les enveloppes circulaires aillent toujours en diminuant de hauteur à mesure qu'elles s'éloignent du centre. Il y a 1^m5 à 1^m8 de distance du cercle extérieur au pied de la cheminée, ce qui donne pour diamètre total de la meule 4^m à 4^m60.

Sur la première couche de houille rangée sur l'aire, on en met une deuxième, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait atteint à la hauteur de la cheminée en entonnoir, ayant soin de diminuer l'épaisseur des couches à mesure qu'on s'écarte du centre; par cette disposition, le tas affecte une forme conique; il convient même que sa pente soit assez roide : par-dessus, on place les morceaux de houille les moins volumineux.

Après avoir bouché avec de la houille menue les jours que laissent entre eux les fragments, on donne à la totalité de la meule une couche de fraisil de 5 à 8 centimètres d'épaisseur : il faut arroser d'eau cette couverture, afin d'en augmenter la cohérence et prévenir qu'elle ne soit percée ni par la flamme, ni par la fumée quand en viendra le dégagement.

On jette par le sommet de la cheminée quelques morceaux incandescents de houille; la masse ne tarde pas après cela à être partout embrasée, et elle reste ordinairement en feu pendant quatre heures. La fumée, cherchant une issue, passe dans les ouvreaux et s'échappe par l'entonnoir. On peut regarder la carbonisation comme terminée, quand on n'aperçoit plus de fumée ni de flamme bleuâtre au-dessus de la cheminée. A ce moment le charbonnier laisse tomber la plaque en fer qui doit boucher le fourneau ou cheminée; le feu est ainsi étouffé. Trois jours après, on peut procéder à l'enlèvement du coke. Ce mode de carbonisation, qui convient d'autant mieux que les houilles sont plus grasses, produit un coke compacte et d'un excellent emploi pour les grandes chaudes à donner au fer, pour les fourneaux de fondeurs, etc., etc.

Carbonisation de la menuaille de houille.

On ne peut carboniser la houille menue par cette méthode, parce que les petits fragments ne laisseraient pas assez de passage à l'air qui doit y entretenir la combustion. Cette menuaille se carbonise avantageusement sur une aire couverte d'une voûte très surbaissée et formant un four fort ressemblant à celui des boulangers. Ces fours, à voûte surbaissée, ont ordinairement une grandeur telle que la menue houille répandue sur l'aire ou la sole, puisse former un volume de 12 pieds cubes, la couche n'ayant que 6 pouces d'épaisseur. La porte par laquelle on charge le four, sert à la fois à faire sortir le coke et à donner une issue à la flamme et à la fumée. C'est la nature de la houille, la direction du vent, l'état de l'atmosphère, qui modifient la durée de la combustion; on laisse brûler jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus aucun dégagement de flamme ou de fumée, et jusqu'à ce que la houille se couvre de cendres blanches; alors, on tire le coke à l'aide d'un fourgon en fer, on l'éteint avec de l'eau, on le transporte sous des hangars, et l'on recommence l'opération: pour celle-ci, il n'est pas nécessaire d'allumer la houille, elle s'enflamme à mesure qu'on en charge le four.

A la première cuite faite dans le fourneau, l'on obtient toujours une moins grande quantité de coke que dans les opérations subséquentes, parce que dès le commencement le feu se propage d'une manière plus égale quand le four a été préalablement

chauffé, et que la totalité de la houille s'allume presque au même instant.

Déchets dans la carbonisation de la menuaille.

Il est facile de voir que ce mode de carbonisation doit donner lieu à d'énormes déchets; la combustion, qu'on ne peut maîtriser, dévore en pure perte beaucoup de coke : c'est ce qu'on cherche cependant à éviter, ou, du moins, à diminuer au moyen d'un grand surbaissement de la voûte du four, afin de modérer l'afflux de l'air atmosphérique.

Noir de fumée.

Comme la flamme, en se dégageant, entraîne toujours plus ou moins de charbon à l'état de poussière, on combine avec l'opération de la carbonisation, la fabrication du noir de fumée. A cet effet, les vapeurs fuligineuses sont dirigées et reçues, en passant dans un canal assez large, dans un vaste réceptacle, tapissé de toile; là une majeure partie du charbon entraîné se dépose sous forme de noir de fumée, que l'on recueille de temps à autre et que l'on fait ensuite recuire dans des vases clos pour le dépouiller autant que possible de la substance huileuse dont il reste imprégné.

Explication des figures.

La forme des fourneaux de carbonisation dont nous venons de parler, est représentée (Pl. 1), par les figures 1, 2 et 3. Leur sole se compose de briques posées à plat, soit sur une argile maigre ou sur du sable pur. Quand les briques réfractaires sont rares ou trop chères, on y peut suppléer, pour la voûte des fours, par du grès houiller de bonne qualité, qu'on recouvre extérieurement par un lit d'argile et de sable, pour préserver les pierres du contact trop brusque de l'air froid, lors des défournements. Une fente ménagée dans la voûte ou sur la face antérieure, sert à donner une issue aux vapeurs et à une portion de la fumée. La porte du four est en fonte ou en forte tôle encastrée dans un châssis à coulisse, qui permet de la soulever ou de l'abattre à volonté, au moyen d'une chaîne et d'une poulie.

Il est essentiel d'employer, pour la première cuite, une houille

dans laquelle il se trouve suffisamment de gros morceaux, parce que la menuise se consumerait presque en totalité avant que le fourneau ne fût assez échauffé.

Autre espèce de fourneau.

Les figures 4, 5, 6 (Pl. 1), présentent un fourneau d'une forme un peu différente. Dans celui-ci, la sole est ovale; au point culminant de la voûte se trouve une cheminée pour le passage de la flamme et des vapeurs. Les deux ouvertures par lesquelles est introduite la houille à carboniser, sont placées aux extrémités du grand diamètre de l'ellipse. L'encadrement de ces ouvertures est en fonte, et la face antérieure est pourvue d'une plaque qui protége la maçonnerie, quand on décharge le fourneau ; c'est comme une espèce de tablier. La porte, allégée par un contre-poids, est susceptible de s'élever et de s'abaisser sans fatigue pour l'ouvrier. Quelques petites ouvertures pratiquées dans cette porte, servent à donner accès à l'air atmosphérique. On les ferme lorsque le fourneau est en train, et surtout quand il fait du vent.

Conduite de l'opération.

Pour mettre à feu un tel fourneau, on est obligé de le chauffer au rouge en y enflammant de la houille en gros morceaux. Ce n'est que plus tard qu'on y introduit de la menuaille de houille, qui d'abord ne doit former qu'une couche de 4 à 5 centimètres d'épaisseur : cette menue houille s'enflamme presque instantanément. Alors on ferme les portes et on les tient closes jusqu'à ce qu'il ne paraisse plus aucune flamme, puis à deux reprises on achève le chargement du four. D'abord, on ouvre l'une des portes, par laquelle on introduit la houille en la poussant jusqu'au centre de la sole; lorsqu'elle est ainsi à moitié couverte, on ferme la porte du côté chargé, et par la porte du côté opposé on achève la charge totale. Quand la carbonisation du côté premièrement chargé, est achevée, on tire le coke de cette première moitié, et on le remplace sans perte de temps par de nouvelle houille; après quoi on vide de coke le côté opposé, et ainsi de suite.

Si la houille est très grasse, le coke qui en résulte, dans ces fourneaux, s'est pris en une seule masse qu'on est contraint de

casser à coups de ringard. C'est principalement dans le cas d'une houille très grasse, qu'on ne peut se dispenser de charger le four en différentes fois, parce que la trop grande quantité des produits volatils qui se dégagent de cette espèce de houille, s'opposerait à la propagation du feu, et pourrait même l'éteindre tout à fait.

CHAPITRE III.

SUITE DES PROCÉDÉS DE CARBONISATION.

Procédés de Saint-Étienne pour la menuaille.

Procédé de carbonisation de la menuaille de houille au Janon, près de Saint-Etienne. — Allumage. — Carbonisation par distillation. — Chargement du fourneau et conduite du feu. — Défournement. — Comparaison des résultats obtenus de la carbonisation par meules et dans les fours. — Produits volatils. — Concentration de l'huile volatile. — Propriétés de l'huile volatile. — Goudron obtenu; ses propriétés et son emploi.

Au Janon, près Saint-Etienne, dans le département de la Loire, on a adopté un procédé particulier pour la carbonisation de la menuaille de houille. D'abord on la fait passer à travers une claie, pour en séparer tous les morceaux susceptibles par leur volume de servir sur les grilles des divers fourneaux d'usines. On répand sur une aire la menue houille, ainsi séparée du gros et du moyen charbon; on l'arrose fortement pour augmenter la cohésion, et on la mêle pour la rendre propre à prendre une forme déterminée. La carbonisation de cette houille mouillée se fait ensuite en plein air. Le tas qu'on en forme à cet effet peut être ou conique, ou prismatique. Aux meules coniques, on donne 4 mètres de diamètre à la grande base, et 2m30 à la troncature du cône : la hauteur est de 1m 15, mesurée à l'axe. Aux prismes on donne de 16 à 20 mètres de longueur, et même davantage, si l'on peut disposer d'un terrain plus étendu; la largeur des prismes est de 1m30 à la base, et de 0m65 au sommet; la hauteur perpendiculaire au sol est aussi de 1m15. Le

moule qui doit donner la forme à la meule, se compose de planches entre-liées par des crochets en fer, et de manière qu'on puisse les joindre ensemble, et défaire facilement ensuite ce bâtis quand la houille a été damée dans le moule. Les planches des meules coniques et pyramidales présentent une forme trapézoïdique. Pour donner accès à l'air dans l'intérieur des tas, il faut y ménager des canaux circulaires, ce qu'on obtient facilement au moyen de pieux ou rouleaux. A cet effet, les planches du moule portent trois séries de trous d'un diamètre de 8 à 10 centimètres. La série la plus inférieure est au niveau même du sol; la deuxième série est au premier tiers de la hauteur, et la troisième série aux deux tiers de la hauteur du tas. Ces ouvertures sont entre elles à 65 centimètres de distance, et elles sont disposées de manière que celles qui sont à la même hauteur correspondent à la moitié de la distance qui sépare les ouvertures de la série qui suit ou qui précède, afin que l'air puisse mieux jouer et se répartir dans toute la masse du combustible. C'est par ces trous qu'on introduit des rouleaux qui les remplissent; il convient de les tenir un peu moins gros à l'une de leurs extrémités, afin que la forme un peu conique qu'ils affectent par ce moyen, permette de les enlever plus facilement après le damage de la houille : ils communiquent entre eux par des pieux verticaux.

Après que les planches ont été dressées et liées ensemble, un ouvrier entre dans l'intérieur du moule qu'elles forment, pour damer la houille qu'un autre ouvrier lui jette. Les rouleaux de la série inférieure, ainsi que les pieux verticaux, sont mis tout de suite en place ; ceux de la deuxième et de la troisième séries ne sont placés qu'après que le tas s'est élevé à la hauteur convenable.

Lorsque le damage de la houille est achevé, à l'aide d'anneaux en fer adaptés à l'une des extrémités des cylindres ou rouleaux, on les fait sortir du tas de houille, et ensuite on enlève le bâtis en planches ; alors la meule est prête à recevoir le feu.

Allumage.

Pour l'allumer, on dispose des morceaux de houille autour des ouvertures, et l'on met près d'eux des charbons incandescents. Il est fort essentiel que les canaux pratiqués au moyen des rouleaux ne se bouchent pas ; si cet accident avait lieu, on y remédierait en donnant jour avec des ringards. On ne doit pas commencer

l'allumage par le bas de la meule; car celle-ci se déformerait trop vite, à cause du boursouflement de la houille.

Quand il ne paraît plus de flamme, que la carbonisation est achevée, mais pendant que la meule est encore en pleine incandescence, on y verse de l'eau, qu'on fait pénétrer au centre du tas autant qu'il est possible : il se répand alors une odeur très forte d'hydrosulfure, et c'est un moyen de désulfurer davantage le coke. On retire ensuite le coke, et on achève de l'éteindre par les moyens ordinaires. Le coke que l'on obtient au Janon, avec la menuaille de houille, par le procédé qui vient d'être décrit, est très cohérent, et l'on est même obligé de briser la masse pour le rendre de grosseur marchande. La carbonisation de la meule s'achève ordinairement en six jours.

Les trous des tas prismatiques peuvent être avec avantage rapprochés à 50 centimètres de distance entre eux. Un canal doit régner dans toute la longueur de l'axe de la base. Des ouvertures verticales lui correspondent de 50 en 50 centimètres. Les trous de la seconde série horizontale ne sont pas dans les mêmes sections verticales que ceux de la première et de la troisième série, afin que le tas soit mieux criblé dans tous les sens; mais, comme il importe pour la circulation de l'air, qu'il y ait communication entre les canaux verticaux et tous les canaux horizontaux, on est forcé d'incliner sur les côtés du rectangle les ouvertures de la deuxième série. On ne peut guère construire ces tas que par partie de 4 mètres de longueur, parce qu'il serait impossible de ménager le grand canal de l'axe à l'aide d'une seule perche, s'il avait plus de longueur. On construit donc un prisme ayant un peu moins de 4 mètres, d'après la règle indiquée ; on retire le rouleau de même longueur, et dans le prolongement de ce premier prisme, après avoir enlevé la planche qui borne sa longueur, on en construit un autre, et ainsi de suite.

Carbonisation par distillation.

Dans le traité de l'éclairage, on a suffisamment parlé de la distillation de la houille à vases clos, pour en extraire l'hydrogène carboné, aliment de cet éclairage ; il n'y a donc rien à ajouter à ce sujet. Il est bien reconnu, néanmoins, que la carbonisation à vases clos donne plus de coke, pris au poids, qu'aucun autre procédé de carbonisation. Mais ce procédé, trop dispendieux pour

être d'un usage général, n'est pas susceptible, d'ailleurs, d'application sur une vaste échelle. Quoi qu'il en soit, pour ne rien omettre de tout ce qui peut éclairer la fabrication du coke, nous allons décrire un appareil de carbonisation qui, dans certaines localités, où la production du goudron de houille serait importante, pourrait être mis en usage avec avantage : il est ici question de fours, non pas chauffés à l'extérieur comme les cornues employées dans la fabrication du gaz d'éclairage, mais dans lesquels la houille distille en empruntant la chaleur nécessaire à la combustion d'une partie d'elle même ; cette combustion doit être lentement ménagée pour remplir le but qu'on veut atteindre, et alors, on peut obtenir à la fois du coke, et recueillir en même temps les autres produits de la distillation. Ne prenant point de retrait comme le bois, en se carbonisant, la houille se prête bien à cette opération. Pour celle-ci, on choisit ordinairement des houilles médiocrement grasses ; elles donnent plus de bitume ou goudron que les houilles maigres, et elles se prêtent mieux à cette opération, en ce qu'elles n'exigent pas un courant d'air aussi fort ; mais elles ne doivent pas non plus être trop grasses, parce qu'elles se fondraient et fermeraient le passage à l'air, et que d'ailleurs il serait difficile d'enlever du foyer les masses agglutinées.

La forme des fourneaux pour ce genre de distillation est assez indifférente en elle-même. Cependant, quand ils sont circulaires, il devient plus facile de gouverner le feu. On leur donne de 7 à 9 mètres cubes de capacité, de 1^m50 à 2^m20 de diamètre et de 2^m50 à 2^m80 de hauteur *dans œuvre*. Vers le haut, ils sont rétrécis : l'ouverture supérieure n'a que 95 centimètres de diamètre, et elle est susceptible d'être fermée par une plaque de fonte. Les murs, d'une assez forte épaisseur, et bâtis en briques réfractaires, sont consolidés et maintenus par des bandes et des ancres en fer.

Au milieu de la sole du four est une grille de 0^m95 de diamètre, placée au-dessus d'un cendrier, et dont les barreaux sont espacés de 13 millimètres. Quand la houille est très grasse, cette grille devient à peu près inutile. Dans l'une des faces, on ménage une ouverture de 1^m55 de hauteur, sur une largeur de 0^m78; cette porte sert au chargement du four : on la ferme avec des briques mobiles lorsque l'opération est en train. Au dehors est un battant de porte en fer, qui a pour objet de consolider le mur, construit seulement en briques placées de champ, afin qu'on puisse le faire et le dé-

faire avec plus de facilité. Dans le pourtour de fourneau, on pratique à différentes hauteurs quatre systèmes d'évents de 40 millimètres de diamètre, dans lesquels sont ordinairement encastrés des tuyaux en fonte : la série inférieure, composée de six évents, est au niveau du sol ; les autres sont éloignées entre elles et de celle-ci, de 50 centimètres.

Dans la partie supérieure du fourneau, près de l'ouverture de la cheminée, est adapté un tuyau en fonte de 20 à 25 centimètres de diamètre, qui traverse le mur du fourneau, reçoit les vapeurs et les conduit dans le récipient. Lorsqu'on a deux foyers pour un seul récipient, il faut ouvrir et fermer les tuyaux de communication avec beaucoup de précaution et de soin, pour éviter les explosions ; se bien garder d'approcher des issues aucun corps enflammé.

Chargement du fourneau et conduite du feu.

En chargeant le fourneau, on place sur la grille du bois sec ou résineux. Arrivé à la hauteur de la porte, on la ferme avec les briques, en y laissant, pour allumer le feu, une ouverture correspondante à un canal qui a été ménagé dans la masse de la houille. La cuve récipient, remplie d'eau jusqu'à l'embouchure du conduit à vapeur, est fermée avec un couvercle dont les joints doivent être soigneusement lutés. On allume ou par le cendrier ou par le canal ; les évents des trois séries supérieures se ferment et ceux de la base restent ouverts. Au bout de 10 à 11 heures, on peut apercevoir le feu par les évents de la deuxième série ; alors, on ouvre ceux-ci et on ferme les premiers. On continue de même pour les autres séries, en observant que la deuxième doit rester ouverte 10 heures, la troisième 16 heures, et la quatrième 3 heures.

Défournement.

Après la fermeture de tous les soupiraux, il faut maintenir le fourneau pendant 12 heures dans cet état ; ensuite, on abat le petit mur qui forme porte, et on tire le coke incandescent, que l'on éteint avec de l'eau.

Pour la réussite de cette opération, il faut que jamais la houille ne brûle avec flamme dans le fourneau, dont la température doit être le plus constamment possible au rouge orangé,

Aussitôt que la couleur tend à blanchir avec une augmentation de température, il faut boucher toutes les ouvertures; le courant d'air qui passe par le cendrier suffit alors pour alimenter la combustion; et même, lorsqu'il fait un grand vent, il peut devenir nécessaire de fermer l'entrée du cendrier par une plaque de fonte.

Il est presque inutile de faire observer que les soupiraux tournés du côté d'où vient le vent, ne doivent s'ouvrir que très peu, ou même rester entièrement bouchés. En général, on ne doit jamais ouvrir de trous avant que le combustible, vu par les ouvertures qui sont immédiatement au-dessous, ne paraisse rouge orangé. Il est surtout très essentiel que ce que l'on aperçoit par les évents supérieurs conserve toujours une couleur foncée; le trajet pour l'air et les gaz étant très petit, il est possible, par conséquent, qu'il y ait un mélange explosif de gaz et d'air non décomposé, ce qui pourrait devenir très dangereux.

Comparaison des résultats par meules et par fours.

Par la carbonisation dans les fourneaux, on obtient toujours en poids une plus grande proportion de coke; dans les meules, une plus grande quantité prise au volume. Mais comme la valeur réelle en coke est relative au poids, il en résulte bien certainement que l'emploi des fourneaux, sous le rapport du produit, est le plus avantageux.

La houille qui ne se gonfle pas, et qui donne un coke dur et pesant, se traite en meules avec plus de succès; tandis qu'on devrait toujours carboniser dans des fourneaux la houille médiocrement grasse.

Produits volatils.

Les produits volatils que, dans cette opération, on obtient par refroidissement et condensation dans le récipient, consistent en eau, un peu de carbonate d'ammoniaque, une sorte d'huile légère, un peu d'hydrogène chargé d'ammoniaque. Les gaz incoercibles s'échappent dans l'air. L'huile et une portion de l'ammoniaque forment souvent une espèce de savonule. En totalité l'ammoniaque ne se présente pas en quantité suffisante pour offrir beaucoup d'importance vénale. Quant à l'huile, elle est plus ou moins pure. Après en avoir séparé une certaine portion

d'eau par le simple repos de masse, on obtient le goudron brut, contenant encore de l'huile volatile et beaucoup d'eau ; on chasse l'une et l'autre par l'ébullition ; et on a alors ce qu'on appelle le goudron cuit ; si l'on continue la concentration, il se change en poix pâteuse et plus tard en poix dure.

Concentration de l'huile volatile.

Cette concentration peut facilement s'opérer dans une cornue en fer, avec un récipient de même métal, destiné à recueillir les huiles légères. La meilleure forme qu'on puisse donner au récipient est celle d'un entonnoir, dont le col tourné en dessous, est muni d'un robinet. En ouvrant ce robinet, on fait couler l'eau, que sa pesanteur spécifique, plus grande que celle de l'huile, fait descendre dans la partie inférieure du vaisseau ; dès qu'il commence à passer un peu d'huile, on ferme le robinet, et l'on attend que le récipient soit encore une fois rempli aux trois quarts. De cette manière l'opération peut continuer sans interruption, si la cornue, disposée de manière qu'on puisse y verser le goudron sans enlever le chapiteau, porte, au point le plus bas, un conduit destiné à recevoir le goudron épuré, ou parvenu à la consistance voulue.

Propriétés de l'huile volatile.

L'huile ainsi obtenue noircit très promptement à l'air. Etant de nature volatile, on l'emploie pour de certains vernis. Elle donne beaucoup de vapeurs fuligineuses dans sa combustion. Jusqu'à présent, on n'a donc pu que très imparfaitement en tirer parti dans les lampes pour l'éclairage ; peut-être parviendra-t-on, au moyen d'un très fort tirage dans ces lampes, à perfectionner le procédé. D'ailleurs, cette huile exhale l'odeur fétide du goudron brut. Quant au goudron convenablement cuit, il ne lui reste qu'une faible odeur, et réduit à l'état de poix dure, il ne lui en reste presque plus.

Goudron obtenu. — Ses propriétés et son emploi.

Ce goudron minéral remplace parfaitement le goudron de pin. Mélangé avec des noirs ou d'autres couleurs terreuses, il prend beaucoup de consistance, et il pénètre, d'ailleurs, dans le bois

plus facilement et plus profondément que le goudron végétal; mais à raison même de cette dernière propriété, on est obligé de multiplier les couches d'application.

CHAPITRE IV.

PERFECTIONNEMENTS DANS LA CARBONISATION.

Procédés de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier. — Carbonisation en plein air. — Durée de l'opération. — Inconvénient de l'affusion de l'eau pour éteindre le coke. — Prix de la main-d'œuvre. — Carbonisation dans les fours. — Fours anglais et fours français. — Explication des figures. — Choix du terrain pour l'établissement des fours. — Prix de construction des fours. — Mode d'opérer, commun aux fours anglais et aux fours français. — Durée de l'opération. — Force des charges de houille. — Enfournement et défournement. — Mode économique de défournement, adopté au Creusol et à Firmy. — Explication des figures relatives à ce mode de défournement. — Danger de l'extinction du coke par affusion d'eau. — Prix de main-d'œuvre.

La carbonisation de la houille se fait, à Saint-Etienne et à Rive-de-Giers, en plein air et dans des fours, en employant exclusivement la houille menue.

Carbonisation en plein air.

On a vu plus haut que ce procédé consiste à former des tas dans lesquels on ménage des conduits d'air au moyen de pieux ou perches sur lesquels la houille est damée.

On a totalement renoncé aux tas coniques, parce qu'ils donnaient lieu à une carbonisation trop inégale, et parce qu'ils exigeaient plus de main-d'œuvre et un terrain plus étendu que les tas allongés. Ceux-ci ont reçu une plus grande largeur. Elle a été, pendant quelque temps, de 5 mètres dans divers chantiers; on a même essayé de la porter à 8 mètres, dans le but d'économiser la main-d'œuvre et le terrain. Mais on a reconnu que d'aussi grandes largeurs donnent lieu à une carbonisation trop inégale (le centre, d'où part le feu, étant carbonisé avant les parties

extérieures), et à un trop grand déchet. La largeur qui paraît le mieux convenir pour la plupart des houilles de Saint-Etienne, est de 2m30 à 2m60.

Les ouvreaux coniques ménagés dans l'intérieur des tas, sont plus multipliés qu'autrefois, les centres de ceux d'un même étage étant distants seulement d'environ 0m30. Ces ouvreaux ont 0m11 à 0m14 de diamètre, excepté les cheminées-maîtresses placées à 0m60 ou 1m d'intervalle, et ayant 0m19 à 0m22 de diamètre. Dans ces cheminées, on jette quelques morceaux de houille embrasée pour allumer le tas. On a soin de ne damer la houille seulement que dans le voisinage des trous, afin de rendre le coke moins lourd.

Durée de l'opération.

La durée de l'opération dépend de la nature de la houille et surtout de l'état de l'atmosphère. Le tas brûle d'abord à cheminées-maîtresses découvertes pendant un jour. Après qu'elles ont été bouchées, la combustion continue par les ouvreaux horizontaux et par les cheminées ordinaires, pendant 3 ou 4 jours, terme moyen. Alors on recouvre de cendres le tas, et on étouffe au moins pendant 3 jours, et mieux pendant 8 à 10 jours, si la fabrication n'est pas pressée. L'opération totale de la carbonisation dure donc de 7 à 15 jours.

Inconvénients de l'affusion de l'eau pour éteindre le coke.

Pour former le tas, on est obligé de mouiller la houille. On avait remarqué depuis longtemps qu'en arrosant le coke, lors de la démolition des tas, il s'en dégageait une odeur sulfureuse qui annonçait la décomposition des pyrites par l'eau ; on diminuait aussi le déchet par cette affusion d'eau, mais on avait surtout pour but de diminuer la chaleur à laquelle sont exposés les ouvriers. Mais cette eau, presque toujours répandue en trop grande quantité, et sur des cokes souvent déjà refroidis, ne pouvait s'évaporer ; elle imprégnait le coke trop profondément ; et d'ailleurs il se couvrait à la surface de beaucoup de cendre qui y restait adhérente ; elle le rendait aussi plus friable en y introduisant de l'humidité. On ne trouvait donc pas, dans la pratique des usines, que la désulfuration fût d'une importance telle qu'elle pût compenser tant d'inconvénients : par suite, et à la demande des

consommateurs, partout dans les chantiers de carbonisation on a renoncé à arroser le coke, à moins qu'on ne soit très pressé de l'expédier. On préfère de l'étouffer plus longtemps, de manière qu'il soit presque froid quand on démolit les tas.

Prix de la main-d'œuvre.

La main-d'œuvre est ordinairement donnée aux ouvriers à l'entreprise, à raison de 0 fr. 15 c. les cent kilogrammes de coke, ou à 0 fr. 20 c., quand ils se fournissent de banches et d'outils; la houille, dans un cas comme dans l'autre, étant rendue à pied d'œuvre et l'eau à une petite distance.

Carbonisation dans les fours.

Les fours employés dans ce pays sont de deux sortes, désignés généralement sous les noms de *fours anglais* et de *fours français*.

Les fours anglais (Pl. 2, fig. 2) ont deux portes par lesquelles ont lieu l'enfournement et le défournement. Les fours français (fig. 1) ont seulement une porte par laquelle on ne fait que retirer le coke. L'enfournement se fait par l'ouverture de la voûte; à cet effet, on adosse les fours à une terrasse qui permet l'accès des voitures chargées de houille jusqu'à la partie supérieure, d'où elles sont vidées dans le four.

Les fours dits français diffèrent encore des autres, en ce que, dans ceux dits anglais l'air n'est introduit que par des yeux ménagés dans les deux portes, tandis que, dans les fours français, c'est principalement par une petite galerie *a b c d e*, qui débouche à l'extrémité et aux deux côtés de la sole, que l'intromission de l'air atmosphérique est ménagée. Mais rien n'empêcherait d'avoir, dans les fours anglais, des galeries parallèles débouchant de même sur la sole, ce qui rendrait la carbonisation d'autant plus égale.

Les deux portes des fours anglais présentant plus de facilité pour le défournement, il est possible de donner à ces fours une forme plus allongée, en sorte qu'on y carbonise à la fois deux fois autant de houille que dans les fours français. Cependant l'enfournement étant plus facile dans ces derniers, on y trouve un grand avantage.

Voici les principales dimensions d'environ 180 fours des deux espèces construits dans les fabriques de coke les plus considérables du pays.

ESPÈCES des FOURS.	NOMS des FABRIQUES.	SOLE. longueur	SOLE. largeur.	Hauteur de la voûte.	Diamètre de la cheminée.
		mèt.	mèt.	mèt	mèt.
Fours anglais (à sole rectangulaire, dont les angles sont arrondis).	1. Grande-Croix. . .	5 50	2 60	1 30	0 49
	2. Le Canal. . . .	4 55	2 90	1 15	0 38
		DIAMETRE.			
		mètres.		mèt.	mèt.
Fours français (à sole ronde).	3. Terre-Noire. . .	2 25		1 00	0 32
	4. La Bérardière. . .	2 25		1 00	0 20
	5. Mions.	2 45		1 00	0 24
	6. Saint-Géneste. . .	2 60		1 00	0 32
	7. Côte Thiolière. . .	2 65		1 05	0 32
	8. Terre-Noire . . .	2 75		1 00	0 38

On voit que la hauteur de la voûte est assez généralement de 1 mètre ; elle est plus grande (comme à la Grande-Croix), quand les fours reçoivent beaucoup de houille, afin de ne pas concentrer autant la chaleur, et pour éviter de détériorer la voûte. Dans les fours ronds la voûte sphérique repose sur des pieds-droits qui prennent la moitié de la hauteur totale de la voûte. Les galeries *a b c d e* ont généralement 1^{m}11 de côté et les ouvreaux 0^{m}27 de largeur sur 0^{m}27 de hauteur. Cependant ces ouvreaux finissent par être obstrués par les cendres. Un moyen bien simple de les ramoner, consiste à y jeter de l'eau immédiatement après avoir défourné ; les cendres sont entraînées par la vapeur d'eau qui se dégage avec force et en abondance.

La sole, dans les deux espèces de fours, doit toujours être inclinée de 0m027 par mètre vers les portes; les dimensions de celles-ci sont également les mêmes dans les deux systèmes de fours.

Choix du terrain pour l'établissement des fours.

Tous ces fours sont, en général, construits de la même manière à peu près. On fait choix d'un terrain très sec, car la moindre humidité du sol aurait une fâcheuse influence dans la carbonisation. Il faut aussi, autant que possible, placer les fours dans un endroit abrité du vent. On les accole les uns aux autres, afin d'épargner du terrain et de diminuer la masse de la maçonnerie; on trouve, d'ailleurs, à cette disposition l'avantage de la concentration de chaleur.

Les fourneaux sont construits ordinairement en maçonnerie commune de moellons jusqu'au niveau de la sole. Celle-ci est formée d'une rangée de briques posées de champ et à sec sur la maçonnerie inférieure, avec une couche intermédiaire de 0m04 de sable ou de cendres. Ces briques, ainsi que celles qui forment les pieds-droits de la voûte doivent être de bonne qualité, bien cuites surtout. On les tire de Sorbiers, près Saint-Etienne, ou du Mouillon, près de Rive-de-Gier; elles coûtent 3 fr. le cent. Quant aux briques de la voûte, elles doivent être très réfractaires; on les connaît, à Lyon, sous le nom de briques de Bourgogne, et elles coûtent 18 fr. le cent. Dans quelques fabriques de coke, on a cherché à diminuer cette dépense. A Saint-Genest, pour les fours no 6 du tableau précédent, construits assez récemment, on n'a fait en briques réfractaires que les deux cinquièmes de la voûte. Les fours de la Grande-Croix et du Canal (nos 1 et 2 du tableau) ont été construits entièrement en briques de Rive-de-Gier, mais ils ont été rapidement dégradés et la plupart se sont affaissés; toute la voûte s'est hérissée de stalactites vitreuses, et le centre, qui offre une ellipse de deux mètres sur 1m30, est entièrement tombé. A la Grande-Croix, on a refait ces fours, en mettant des briques réfractaires au centre de la voûte sur 2m20 de diamètre. Tout cela semble une économie mal entendue, et incontestablement il vaut mieux construire la voûte entièrement avec des briques réfractaires. Les cheminées exigent également d'excellentes briques, sans quoi les réparations deviennent très fréquentes.

Les briques de la sole sont de la forme ordinaire, de 0m22 sur 0m11 et 0m055 d'épaisseur. Celles des pieds-droits, et surtout celles de la voûte, doivent être moulées en forme de coin sur des modèles donnés, afin qu'elles se joignent bien en affectant les diverses courbures qu'elles doivent former. Elles ont, en général, de 0m18 à 0m22 de longueur. Ordinairement, on ne met à la voûte qu'une rangée de briques recouvertes de moellons et de terre. Il convient de revêtir ces moellons d'un carrelage en pente pour l'écoulement des eaux pluviales. La cheminée est habituellement formée d'une grande espèce de brique creuse moulée exprès. Souvent aussi les parements des portes sont en briques réfractaires à cause de leur plus grande dureté. Le mortier employé pour les pieds-droits et la voûte est composé d'argile grasse réfractaire mélangée de trois à quatre fois de ciment de briques bien cuites et pilées.

Les voûtes cylindriques des fours anglais sont exécutées au moyen d'un calibre cintré ; mais on n'en fait pas usage pour les voûtes rondes ; on est seulement guidé par une méridienne en bois clouée à un madrier vertical établi au centre du four sur un pivot. Il faut un petit cintre pour la porte sur laquelle la voûte principale doit s'appuyer, à moins qu'on n'emploie pour garantir les parois de la porte un châssis en fonte, qui permet dans ce cas d'élever sans cintre cette partie du four. A défaut de ce châssis, on relie souvent chaque côté de la porte par un ferrement vertical maintenu par des crosses rivées à l'intérieur du massif. Assez habituellement le devant de la sole est formé d'une seule pierre de taille recouverte d'une forte plaque de fonte.

Il y a diverses manières de fermer les portes. On voit dans les anciens fours de terre noire, des portes en fonte dont le châssis fait corps avec la plaque de sole ; mais ces portes coûtent trop cher. Le plus souvent, on fait usage de châssis en fer remplis par des briques. Quelquefois aussi, quand il faut une cuite plus longue, à chaque opération on monte un galandage en briques et en argile.

Prix de construction des fours.

A Saint-Etienne, on estime de 60 à 70 fr. la main-d'œuvre pour façon d'un four français. Alors, le prix total (matériaux et façon), est d'environ 500 fr., si la voûte et les pieds-droits sont en totalité

construits avec des briques réfractaires, et seulement de 400 fr. en faisant les pieds-droits en briques communes.

Voici un devis détaillé des derniers fours construits à Terre-Noire (n° 8 du tableau).

Fours de 2m75 de diamètre (fig. 1).

Main d'œuvre	55f.	00c.
Briques blanches.—900 pour la voûte à 9 fr. 50 c., et 50 pour la porte et la cheminée, à 12 fr. le cent. .	91	50
Briques de Sorbiers.—800 pour les pieds-droits, à 3 fr. le cent	24	00
Briques communes. — 1500 à 2 fr. 25 c. . . .	32	75
Une plaque en fonte, 80 kil. à 30 fr. les 100 kil. .	24	00
Un châssis en fonte, formant l'armature de la porte, 80 kil. à 36 fr. les 100 kil.	28	80
Un porte-châssis en fer et supports des crochets. .	12	00
Pierres brutes et moellons	36	00
Chaux.—5 bennes, à 1 fr. 20 c.	6	00
Sable et frais divers	9	95
	320f.	00c.

Ce prix de 320 fr. est inférieur au prix habituel, parce que les briques réfractaires ont été faites avec beaucoup d'économie dans les ateliers mêmes de la fabrique.

Le prix de façon des fours dits anglais, les plus grands, est de 80 à 100 fr.; le prix total de revient de ces fours est de 6 à 700 fr. quand la voûte est entièrement construite en briques réfractaires.

Mode d'opérer commun aux fours anglais et aux fours français.

La carbonisation se fait de la même manière dans les deux espèces de fours. Au commencement d'une campagne, on allume un feu de grosse houille dans le four, et on compte à peu près pour rien le coke qui en provient ; une seconde opération, faite de la même manière, est encore très peu productive, mais les suivantes, faites avec de la menuaille de houille, sont bonnes, parce que le four est alors suffisamment échauffé. Si, dès le commencement, on voulait ne carboniser que du menu, il faudrait cinq à six opérations avant d'obtenir de bon coke. A mesure que l'opération marche, on diminue de plus en plus les entrées de

l'air, et on juge que la carbonisation est achevée, lorsque la fumée ayant disparu, la flamme se raccourcit et devient très claire, puis ensuite légèrement bleuâtre. Alors, si l'on est pressé de coke, on peut le défourner immédiatement; ou sinon, ce qui est plus avantageux, on laisse étouffer le fourneau pendant quelques heures en fermant complétement toutes les ouvertures, y compris la cheminée. Il convient toutefois que cet étouffement ne soit pas trop prolongé; sans quoi la sole ne conserverait pas assez de chaleur pour embraser la houille dans les opérations subséquentes. Cet étouffement dure ordinairement 12 heures, sans que le fourneau soit trop refroidi. Quand on n'a pu laisser ce temps pour l'étouffement, il arrive souvent que lorsqu'on a carbonisé des houilles très fortes, dites *chaudes*, telles que celles de la Coche, de l'Étang, de Reveux, de la Grande-Croix, etc., et que la sole n'a pas refroidi pendant plus d'une heure avant la nouvelle charge, la houille est trop subitement surprise. A Rive-de-Gier, pour perdre moins de temps, on ménage dans les fours dits anglais, *f*, *g*, des galeries (fig. 2) qu'on ouvre seulement pour rafraîchir les maçonneries voisines de la sole. On sait, au contraire, qu'avec diverses houilles du midi de la France, qui émettent peu de chaleur dans leur carbonisation, il faut réchauffer la sole avec du bois ou avec des gros morceaux de houille, avant que de recharger avec de la menuaille.

Durée de l'opération.

Dans le plus grand nombre des fours dont il est ici question, la durée de l'opération n'est que de 24 heures, si l'on défourne sans avoir étouffé. Mais il est cependant bien reconnu qu'on obtient de bien meilleur coke en prolongeant davantage l'opération. Aussi, à Mions et à la Grande-Croix, on la fait toujours durer deux jours y compris l'étouffement, qui est d'environ 12 heures; la carbonisation dure même trois jours à la Bérardière, où l'on obtient ainsi un coke carbonisé plus également, plus léger, et qui brûle avec plus d'égalité et de facilité, et devient bien meilleur d'emploi, principalement dans les fonderies d'acier.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que ce bon résultat est obtenu sans diminuer notablement la quantité du rendement en coke, ni la production annuelle des fourneaux; car en faisant durer deux jours l'opération, on peut augmenter les charges de moitié au moins.

Forces des charges de houille.

Les quantités de houille que l'on charge ainsi dans les divers fourneaux, et avec diverses allures, sont les suivantes. Les fourneaux que nous citons sont les mêmes que ceux désignés au tableau précédent.

Nos 1.	Grande-Croix. On y traite	3,000 kil. en	24 heures.
	Idem.	4,500	48
2.	Le Canal.	2,640	24
3.	Terre-Noire.	1,130	24
4.	La Bérardière.	1,800	72
5.	Mions.	1,725	48
6.	Saint-Génest.	1,300	24
7.	Côte-Thiolière.	1,440	24
	Idem.	1,920	48
8.	Terre-Noire.	1,613	24

Au reste, la force des charges dépend de la nature des houilles, qui se carbonisent plus ou moins vite. On peut, sous ce rapport, se référer aux limites suivantes : pour fours anglais d'environ 5m50 sur 2m60, 2,700 à 3,000 kil. de houille ; pour fours ronds, dits français, de 2m25, 800 à 1,000 kil. ; pour fours ronds de 2m75, 1,300 à 1,500 kil.; le tout en 24 heures de carbonisation. Il faut augmenter les charges de moitié, si l'on opère en 48 heures. Les fours ronds de 2m75, avec allure de 48 heures à grandes charges, paraissent réaliser le système le plus favorable. Une durée plus longue ne présente pas d'avantage, à moins que le coke ne soit destiné à quelque usage spécial, tel, par exemple, que la fonte de l'acier. Cette longue durée ne convient d'ailleurs qu'aux houilles très chaudes.

Enfournement et défournement.

On enfourne la houille à la pelle, et en l'étendant à mesure à l'aide de râbles, de manière à ce que la surface supérieure des tas dépasse uniformément le bord supérieur des ouvreaux. Le défournement se fait au moyen de crochets en fer. Il est plus commode, pour leur manœuvre, de les soutenir sur une barre de fer *i k* (fig. 1), suspendue sur ses crosses *l m*, devant les portes du four au moment du défournement. Les deux opérations d'en-

fourner et de défourner exigent, pour chaque four, le travail de deux hommes pendant une heure à 2 heures 1/2, suivant la force de leur charge et l espèce du four; dans ceci n'est pas compris le travail des manœuvres qui approchent la houille ou qui transportent le coke, qui tombe, à la sortie du four, dans des brouettes en fer.

Mode économique de défournement usité au Creuzot et à Firminy.

Dans les localités que nous décrivons, on n'a pas encore adopté le mode de défournement usité au Creuzot et à Firminy pour retirer tout le coke à la fois au moyen d'un grand râble en fer, manœuvré par un manége. Ce procédé ne peut s'appliquer qu'aux fours dits à l'anglaise. Leurs portes ont les mêmes dimensions que la section transversale du four (fig. 4), et sont manœuvrées par des crics à l'instar des vannes d'écluses. Avant d'enfourner, on place sur l'axe de la sole une barre de fer *c d*, coudée à l'une des extrémités. Quand le coke est fait, on introduit dans le four, par la porte postérieure, un cadre en fer *a b b'*, que l'on accroche par des clavettes en *a*, *b*, *b'*, à la barre d'avance posée, ainsi qu'à deux autres barres que l'on introduit alors dans le four au-dessus du lit de coke. Toutes ces barres sont réunies par des chaînes à un câble passant sur une poulie correspondante à chaque four, et ce câble est tiré par un manége à tambour. La sole étant inclinée de 0, 15, le cadre en fer pousse toute la fournée devant lui comme le ferait un râteau. Ce procédé donne une économie d'environ un tiers sur la main-d'œuvre, lorsque l'on a un nombre assez grand de fours pour occuper un cheval de cette manière. D'ailleurs le défournement se faisant plus vite, les fours ont moins le temps de refroidir. C'est un avantage très grand dans le cas d'emploi des houilles telles que celles de Firminy, que la chaleur de la sole n'embrase qu'à grand'peine; mais cet avantage serait moindre pour les houilles de Saint-Etienne. La figure 4 représente un des fours de ce genre établis au Creuzot, ainsi que le râble et les portes en fer. 30 fours, chargés chacun de 1600 kil. de houille, rendent 53 pour cent, et la main-d'œuvre revient à 0 fr. 11 c. le quintal métrique, y compris l'usure des outils et les frais de réparation.

Danger de l'extinction du coke par affusion d'eau.

Dans les premiers temps, on éteignait le coke avec de l'eau, à la sortie des fours ; mais presque partout on y a renoncé par les raisons que nous avons exposées plus haut en parlant de la carbonisation en plein air, excepté lorsqu'il y a une grande presse à l'expédier. Dans quelques fabriques, on trouve qu'en mouillant légèrement la houille en l'enfournant, on obtient un coke en plus gros morceaux.

Prix de main-d'œuvre.

Les frais de main-d'œuvre sont payés aux entrepreneurs de la carbonisation, terme moyen, sur le taux de 0 fr. 15 c. par 100 kil., et ils restent chargés de l'entretien des fours et des outils; entretien qui, assez généralement, leur coûte 0 fr. 05 c.

CHAPITRE V.

PRODUITS ACCESSOIRES DE LA CARBONISATION DE LA HOUILLE.

Noir de fumée. — Houilles qui conviennent davantage à la fabrication du noir de fumée. — Fours qui conviennent le mieux pour cette fabrication. — Explication des figures. — Prix de construction. — Goudron et huile empyreumatique. — Espèces de houilles qui fournissent le plus de goudron et d'huile empyreumatique.

Les procédés de carbonisation décrits au chapitre précédent, sont ceux qui s'appliquent généralement à la houille, parce qu'ordinairement on ne cherche à en retirer que du coke. Mais il y a aussi dans l'arrondissement de Saint-Etienne quelques établissements où on recueille certains produits volatils; dans quelques-uns ils sont même l'objet principal de la carbonisation.

Ces produits utiles, autres que le coke, sont le *noir de fumée*,

le *goudron*, l'*huile empyreumatique*. Les proportions relatives de ces divers produits varient beaucoup suivant la manière d'opérer la carbonisation, et suivant les diverses qualités des houilles. Sous ce point de vue, on peut distinguer les houilles de la Loire en trois classes : 1° les houilles *grasses et tendres*, essentiellement maréchales, qui brûlent en se boursouflant et même en se fondant complétement ; 2° les houilles *grasses et dures*, qui brûlent avec une chaleur plus soutenue, en se boursouflant beaucoup moins ; 3° les houilles *sèches*, qui brûlent sans se boursoufler aucunement. Ces diverses espèces se rencontrent très souvent associées dans les couches d'une même concession. On peut citer, dans les exploitations actuelles : 1° comme houille grasse et tendre, celles de la Grande-Croix, de la Gourle, du Réclus à Rive-de-Gier, et la plupart de celles qui entourent Saint-Etienne, telles que Mions, Reveux, Letreuil, Bérard, Côte-Théolière, Roche, etc., c'est l'espèce dominante ; 2° comme houilles grasses et dures, celles du Gourdmarin, des Verchères et du Mouillon à Rive-de-Gier, la Malafolie, la cinquième couche de la Ricamarie, Grangette et Montsalson à Saint-Etienne ; 3° comme houilles sèches, les diverses Bâtardes et les Grandes-Haches de Rive-de-Gier, la Chana et Montrambert à Saint-Etienne.

Noir de fumée.

Les trois classes de houilles se présentent sous le rapport d'abondance de ce produit de la carbonisation, dans l'ordre suivant : *houilles sèches*, *houilles grasses et dures*, *houilles grasses et tendres*. Mais dans tous les cas, pour obtenir des unes comme des autres, le plus de noir de fumée, il convient de ne carboniser à la fois que de petites quantités de houille, en lui faisant présenter une grande surface, et de ne laisser qu'un difficile accès à l'air.

Les houilles sèches conviennent seulement quand on cherche à retirer le plus possible de noir de fumée sans tenir au coke, qui n'est plus alors qu'un produit accessoire. C'est ce qui a eu lieu depuis quelques années à la fabrique de Firminy. On se sert alors de petits fours demi-cylindriques, d'environ un mètre de diamètre sur deux mètres de longueur ; ils sont en communication avec des récipients ou chambres dites de *dépôt*. On fait six charges par vingt-quatre heures, chacune seulement de 120 kilog.

de houille. On obtient ainsi, avec les houilles les plus propres à cette fabrication, telles que les plus sèches, 2 1/2 pour cent de noir, et seulement 25 pour cent d'un coke tendre, menu et mal cuit, dont on a beaucoup de peine à se défaire au prix de 40 c. les 100 kil., parce qu'il ne peut guère servir qu'au chauffage de la localité. Le noir se vendait, avant l'année 1835, au moins 50 fr. le quintal métrique ou les deux balles, non compris le prix de l'emballage, qui est d'environ douze francs. La concurrence anglaise, en ce genre de production, doit mettre fin à la fabrication française, puisque le prix de 50 fr. est aujourd'hui descendu à 14 francs.

Houilles qui conviennent davantage à la fabrication du noir de fumée.

Les houilles *grasses et dures* donnent moins de noir que les précédentes, mais, plus de coke, et ce coke est de meilleure qualité. Les proportions de ces deux genres de produits varient inversement avec la même houille, suivant la puissance de la masse sur laquelle on opère, et suivant qu'on donne plus ou moins d'air dans le fourneau. Le *maximum* de la production de noir est ordinairement, avec les houilles grasses et dures, de 1 1/2; mais eu égard au prix combiné du coke et du noir, le *maximum* de la valeur vénale du rendement s'obtient en s'arrangeant de manière à avoir 55 à 58 pour 100 de coke; on n'a dans ce cas que de 1/4 à 1/2 pour 100 de noir.

Les houilles *grasses tendres* ne conviennent nullement à la fabrication du noir. Les houilles de cette espèce, des provenances de Mions, de Reveux, etc., si estimées sous d'autres rapports, et notamment pour la fabrication d'un bon coke, donnent au plus un millième de noir, et alors on obtient de 58 à 60 pour 100 de coke. Si on évite la formation de cette insignifiante proportion de noir, en augmentant d'un tiers la charge des fourneaux, et en y ménageant un plus grand accès à l'air, de manière à ne pas mettre plus de temps pour la carbonisation, le produit en coke s'élève de 60 à 64 pour 100 pour les houilles très pures, et même jusqu'à 66 pour celles dont le coke contient une plus grande quantité de cendres en brûlant. Aussi a-t-on renoncé à Mions, à la production du noir de fumée dans la fabrication du coke. Les résultats donnés à cet égard par les trois premières chambres de dépôt qui avaient été construites, n'ont pas permis d'achever les neuf autres proje-

tées. Aujourd'hui les douze fours de l'établissement ne travaillent que pour coke.

Fours qui conviennent le mieux pour cette fabrication.

Le genre des fours qui paraissent le mieux convenir pour les houilles grasses et dures, destinées à produire simultanément du coke et du noir, offre cette construction : 2^m10 de diamètre sur 0^m80 de hauteur de voûte. On y charge à la fois environ 600 kilos de houille et la carbonisation s'y termine en 24 heures. Ces fours (Pl. 2e) fig. 1, 2, 3, sont construits à peu près comme il a été dit plus haut des fours exclusivement destinés au coke; seulement il leur manque la cheminée au centre de la voûte et les galeries d'air. Cette cheminée est remplacée par quatre ouvertures *a*, *b*, *c*, *d*, de 0^m12 de côté, aboutissant à une galerie *e*, *f*, *g*, de 0^m19 de côté, qui se joint à un conduit de 0^m24 de côté et de 2^m60 à 3^m30 de longueur, qui aboutit à la chambre de dépôt ou récipient du noir. Ce conduit, légèrement incliné, porte sur une maçonnerie en voûte. Chaque four a sa chambre de dépôt, à laquelle il convient de donner environ 2^m60 de largeur, 5 mètres de hauteur, et 13 mètres de longueur. Elle est voûtée, et à son extrémité il y a une cheminée de 0^m11 de côté intérieur. Dans un but d'économie, on construit un seul mur mitoyen sur lequel s'appuient les deux voûtes de deux chambres contiguës. Une construction de ce genre coûte environ 700 francs par chambre. Sur le derrière de chacune d'elles est une porte ceintrée *p*, que l'on ferme hermétiquement avec des briques et de l'argile à chaque opération, et qui sert, quand on recueille le noir, à des intervalles qui varient suivant la saison. En été on ne l'enlève que tous les mois, et en hiver, dans les temps de grands vents, toutes les semaines, dans la crainte que l'air en pénétrant dans la chambre n'occasionne l'inflammation du noir.

Le même four pourrait servir à traiter ainsi alternativement des houilles grasses et dures, pour coke et noir de fumée, et des houilles grasses et tendres pour coke seulement. Il suffirait de donner au four une galerie d'air comme à l'ordinaire, laquelle resterait bouchée hermétiquement lors du traitement des houilles dures pour noir de fumée. Au lieu de 600 kilos, on porterait la charge en houille tendre à 800 kilos, pour la carbonisation en 24 heures, ou à 1200 kilos pour la carbonisation en 48 heures.

Cependant, si on se trouvait ainsi dans le cas de carboniser des houilles des deux espèces, il vaudrait mieux employer un four un peu plus grand, tel que celui de Mions (n° 5 du tableau), et augmenter les charges d'un sixième.

Goudron et huile empyreumatique.

Ces deux substances sont des produits de la distillation des houilles. A cet effet, pour les recueillir, on carbonise dans deux fours superposés (fig. 4). L'un d'eux sert de cornue et est chauffé par la carbonisation dans le four inférieur, laquelle a lieu, soit pour coke et noir de fumée, soit seulement pour coke. La voûte qui sépare les deux fours n'a que 0^m16 de hauteur et 0^m22 de flèche. Le four à goudron a 2 mètres de diamètre, et 0^m65 de hauteur. La sole est beaucoup plus inclinée que dans les fours ordinaires, et ce pour faciliter le défournement. Les matières volatiles s'échappent par un tuyau en tôle d'un grand développement, et qui aboutit dans une cuve d'eau, au fond de laquelle la majeure partie du goudron se dépose. Un autre tuyau part du couvercle de la cuve, et va aboutir à une autre cuve, où le surplus du goudron et de l'huile essentielle achève de se condenser et se dépose également.

Le four inférieur étant supposé marcher pour noir de fumée, et ayant 2^m10 diamètre, est chargé de 600 kil. de houille dure, et le four supérieur de 450 kil. seulement en houille grasse et tendre. Le premier est vidé tous les jours, et le second tous les deux jours.

Espèces de houilles qui fournissent le plus de goudron et d'huile.

C'est surtout les houilles grasses et tendres qui fournissent le goudron et l'huile empyreumatique. De ces houilles, en très bonne qualité, on retire 2 1/2 à 3 pour 100 de goudron, et, en même temps, de 68 à 70 de coke, de qualité inférieure sous tous les rapports, et valant dans le commerce un quart de moins que le coke ordinaire, fait avec les mêmes sortes de houille.

Ce goudron contient ordinairement, en mélange 10 pour 100 d'huile empyreumatique, qu'on peut recueillir en grande partie à la surface du goudron, qui est spécifiquement beaucoup plus pesant que l'huile ; le reste de l'huile est fourni par le goudron, soumis à une nouvelle distillation dans un alambic en fer.

CHAPITRE VI.

CARBONISATION DES HOUILLES MAIGRES.

Moyen proposé par M. Nailly pour se procurer du bon coke, en employant à cette fabrication de la houille maigre. — Explication de l'appareil de M. Nailly. — Mode d'opération. — Avantages de cette méthode.—Soins particuliers qu'exige l'opération. — Défournement et renfournement. — Proportions respectives des diverses houilles à employer. — Essai de carbonisation d'un mélange d'anthracite et de houille. — Propriétés des cokes obtenus par M. Nailly.—Comparaison des prix de revient.

Moyen proposé par M. Nailly pour se procurer du bon coke, en employant à cette fabrication de la houille maigre.

La carbonisation de la houille maigre étant un problème dont la solution serait très avantageuse aux usines en général qui ne peuvent se procurer à un prix convenable des houilles grasses, M. Nailly, ex-ingénieur des mines, directeur du Creuzot en 1835, s'en est occupé avec succès.

Il avait trouvé, dans l'établissement confié à ses soins, la carbonisation de la houille pratiquée suivant trois méthodes différentes.

1° La méthode *à four couvert* s'appliquait aux charbons gras et collants ; son rendement était de 125 à 130 hect. de coke pour 100 de houille, et de 40 à 42 p. 100 en poids. L'hectolitre de houille pesait 75 kil.

2° La méthode connue sous le nom de *méthode de Rive-de-Gier*, s'appliquait aux charbons moins collants et moins purs que les précédents ; son rendement était moyennement de 85 à 90 hect. de coke pour 100 de houille, et de 33 à 36 p. 100 en poids.

3° Enfin la méthode dite *entre murs*, s'appliquait aux charbons maigres, terreux, ainsi qu'à ceux qui s'étaient échauffés ou altérés par le contact souvent répété de l'air et de l'humidité. Son rendement variait entre 30 et 40 hect. de coke pour 100 de houille. ou entre 12 et 16 p. 100 en poids ; et souvent, quand la houille

était trop mauvaise, cette méthode ne rendait rien du tout. Cependant la houille grasse devenait tellement rare dans les extractions du Creuzot, qu'il était impossible de renoncer à la carbonisation de la maigre, quelque coûteuse et peu productive que fût l'opération.

Explication de l'appareil.

L'appareil suivant fut imaginé pour une carbonisation plus avantageuse de cette houille. Il n'est, dans le fait, que celui des fours *entre murs*. Il se compose d'une plate-forme en brique *a*, *a* (Pl. 2e), traversée par de petits canaux *b*, *b*, ouverts à leur partie supérieure dans toute la largeur intérieure du four; de deux murs *c*, *c*, droits ou inclinés, mais armés de pièces de bois *d*, *d*, reliées entre elles par des boulons *f*, *f*, et soutenues par des potelets *g*, *g*. La fig. 4 de la planche 2e représente deux de ces appareils séparés par un mur MN.

Mode d'opération.

A la sortie du puits, le charbon, ordinairement menu, est amené dans les fours, dont les canaux *b*, *b* sont garnis de fagotage ou copeaux, toujours abondants dans les grandes usines. Là on mouille ce charbon de façon qu'il puisse s'agglomérer, puis on le jette à la pelle sur toute la longueur du four, à une hauteur de 0m22 à 0m27. Dans cet état on le tasse fortement à coups de batte, puis on stratifie une nouvelle charge, que l'on tasse de même, et ainsi de suite jusqu'à une hauteur totale de 0m08 au-dessous des murs *c*, *c*.

Dans cette houille ainsi comprimée, on ouvre verticalement, au moyen d'un pieu en bois taillé en cône et armé d'un sabot de fer, des cheminées *o*, *o*, *o*, correspondantes aux canaux *b*, *b*, *b*, et séparées les unes des autres par des intervalles de 0m32 à 0m38, et qui offrent des vides de 0m11 à la partie inférieure, et de 0m19 à la partie supérieure.

Ces cheminées, comme les canaux, sont destinées à entretenir le courant d'air nécessaire à la combustion, et sans lequel il n'y aurait pas de carbonisation.

Le fourneau ainsi chargé et troué, les cheminées *o*, *o*, *o*, sont elles-mêmes remplies de houille grasse et collante, menue,

mouillée et fortement tassée ; puis on perce de nouveau ce remplissage avec un pieu moins gros de moitié que le précédent. Cette opération étant terminée, on ferme le four au moyen d'un mur XX, formé d'une seule rangée de briques sèches posées à plat.

Le double percement des cheminées, et leur remplissage avec de la houille grasse, constitue tout le mérite du procédé ; c'est de cette opération, soigneusement faite, que dépend tout le succès.

Avantages de cette méthode.

Avant l'adoption de ce remplissage particulier, il arrivait presque toujours au Creuzot, qu'à la première impression du feu mis aux fagots renfermés dans les canaux *b*, *b*, les cheminées *o*, *o*, *o*, dont les parois étaient formées de charbon non collant, s'éboulaient et entraînaient avec elles toute la masse dans un commun éboulement. Alors le four offrait un amas de houille dans lequel, ni la circulation de l'air, ni la carbonisation ne pouvaient avoir lieu, et l'on ne recueillait plus qu'un mauvais mélange de houille frittée, de cendres et de fraisil.

Au contraire, depuis l'adoption de la nouvelle disposition, les parois des cheminées étant en houille grasse et collante, elles se transforment promptement en coke solide, et semblables à des colonnes creuses ; elles retiennent toute la masse, permettent la circulation de l'air et de la flamme, et permettent à la carbonisation de s'achever complétement. Aussi, pendant deux mois qu'a duré ce nouveau mode de fabrication, le rendement a été, moyennement, de 95 hect. de coke pour 100 hect. de houille, et d'environ 38 p. 0/0 en poids, au lieu de 12 à 16 p. 0/0, rendement antérieur. La carbonisation a marché aussi d'un tiers plus vite que par l'ancien procédé.

Soins particuliers qu'exige l'opération.

Le travail est d'ailleurs simple et facile ; cependant il réclame quelques soins. Pendant tout le temps que dure la combustion, on doit tenir libres les cheminées *o*, *o*, *o*, et les canaux *b*, *b*, *b*, qui sont susceptibles de s'engorger par la suie ou la menuise de houille ; on y parvient aisément à l'aide de curettes en fer. En ouvrant ou fermant plus ou moins les canaux, on dirige l'air sur les endroits où la carbonisation est moins active, et l'on s'en rend parfaitement maître.

Défournement et renfournement.

Pour le défournement, il suffit de démolir le mur XX, puis, à l'aide d'un râble, on retire le coke, que l'on éteint par une aspersion d'eau.

Le renfournement peut avoir lieu dès que le fourneau a cessé d'être assez chaud pour enflammer la nouvelle houille, que cette inflammation trop subite ne permettrait pas de tasser convenablement.

Deux causes principales contribuent à faciliter la carbonisation, le degré de compression de la houille et la circulation de l'air; il faut donc chercher à favoriser autant que possible l'effet. Il faut, par conséquent, que la houille ne soit ni trop, ni trop peu mouillée; et les canaux *b b* doivent être placés sur une légère élévation et dans la direction la plus ordinaire du vent: cette direction a surtout une influence bien marquée.

Proportions respectives des diverses houilles à employer.

La houille grasse et collante dont on remplit les cheminées entre environ dans la masse pour un dixième. Mais cette proportion doit varier en plus ou en moins, suivant le degré de maigreur et de sécheresse de la houille placée sur la sole du fourneau; plus celle-ci sera maigre, plus il faudra de houille grasse dans les cheminées.

Quel que soit le degré de *maigreur* d'une houille quelconque, on se croit fondé à dire qu'il sera toujours, par le procédé qui vient d'être décrit, possible de la transformer en coke solide. Dans le cas d'une extrême maigreur de la houille, il pourrait aussi être avantageux d'y mêler une certaine quantité de menue houille grasse et collante pour la charge sur la sole du fourneau.

Essai de carbonisation d'un mélange d'anthracite et de houille.

Un mélange à parties égales d'anthracite et de houille grasse, traité par le même procédé, n'a donné, à la vérité, qu'un assez mauvais coke, et dans lequel on pouvait encore distinguer les couches d'anthracite non carbonisé.

Dans la proportion de 2/3 houille collante et 1/3 anthracite,

le résultat en coke a été un coke assez homogène, et l'anthracite semblait s'être fondu dans la masse.

Propriétés des cokes obtenus par M. Nailly.

Le coke obtenu au Creuzot par le procédé décrit plus haut, a constamment eu un aspect argenté ; sa consistance était ferme, et il était sonore. Le poids de l'hectolitre était de 33 kilog. en moyenne.

Comparaison des prix de revient.

M. Nailly offre comme suit la comparaison des modes différents de fabrication.

Le coke obtenu au Creuzot, pendant l'année 1834, par le procédé de carbonisation à four couvert, en employant de bonne houille grasse, coûtant 0 fr. 58 c. l'hectolitre ; savoir :

Houille	0 fr.	432
Main-d'œuvre	0	062
Fournitures de magasin (ustensiles)	0	008
Transport	0	028
Total à l'hectolitre	0 fr.	530

Par le procédé susdécrit, il aurait coûté :

Houille grasse, à 0 fr. 58 c. l'hectolitre	0 fr.	61 c.
Fournitures, main-d'œuvre et transport	0	16
Coke à l'hectolitre	0	77 c.

Mais les usines qui n'exploitent exclusivement que des houilles maigres les obtiennent le plus ordinairement à 0 fr. 30 c. l'hect. En supposant qu'elles puissent, pour la charge des cheminées, se procurer de la houille grasse et collante à 1 fr. l'hectolitre, le revient du coke serait alors comme suit :

80 0/0 de charbon maigre à 0 fr. 30 c. l'hect.	0 fr.	24 c.
20 0/0 de menue houille grasse à 1 fr.	0	20
Fournitures et autres frais	0	16
Coke à l'hectolitre	0 fr.	60 c.

Pour l'hectolitre pesant 33 kilog., ou 1 fr. 80 c. les 100 kil. de coke.

CHAPITRE VII.

FOURNEAU A COKE DE L'INGÉNIEUR ANGLAIS WILKINSON.

Explication des figures. — Dispositions de la houille pour la carbonisation. — Allumage et conduite du feu.

Le célèbre métallurgiste anglais Wilkinson imagina de placer au centre des meules de houille à carboniser, une cheminée en briques, percée de trous à sa partie inférieure, pour ménager une issue constante à la fumée. La planche 4e, fig. 1, 2, 3, 4 et 5 présente les principales dispositions de l'appareil.

La fig. 1 montre l'élévation de la cheminée, la fig. 2, sa coupe, et la fig. 3 un plan pris à la base de l'appareil, enfin la fig. 4 offre une coupe de l'ensemble de la meule, et la fig. 5 un demi-plan de ce même ensemble pris au niveau du sol.

On distingue dans ces figures six grands évents *b*, *b*, *b*, placés à la partie inférieure de la cheminée, et d'autres évents *d*, *d*, *d*, plus nombreux, mais plus petits, situés au-dessus des précédents. Le massif *g*, *g* de la cheminée est en briques, revêtues au sommet d'une couronne *e*, *e*, en fonte, qui préserve les briques supérieures de toute dégradation.

La cheminée a 1 mètre de diamètre intérieur à la base, et seulement 50 ou 60 centimètres au sommet. Sa hauteur est d'un mètre. Autour de cette cheminée on prépare le sol à la manière ordinaire, puis on trace autour d'elle un cercle à six pieds de sa base (fig. 5).

Disposition de la houille pour la carbonisation.

C'est dans cet espace qu'on dispose la houille. Le premier lit doit être formé de gros morceaux, placés de manière à ménager des vides pour l'accès de l'air. On recouvre ceux-ci de petits morceaux posés à plat, et on place sur cette couche un nouveau lit de houille en gros fragments, que l'on recouvre à son tour de

houille menue. On continue de la sorte jusqu'à ce que la meule soit achevée (fig. 4, *h*, *h*). On recouvre alors toute la surface de la houille d'une couche de cendres ou de poussier, qu'on a soin d'humecter pour lui donner de la consistance.

Allumage et conduite du feu.

Ces préparatifs étant terminés, on jette dans la cheminée du bois ou de la houille enflammée ; le feu se communique bientôt dans toute la meule, et la fumée sort en colonne épaisse par l'orifice de la cheminée. A mesure que la couverture de cendres se fendille, on la répare avec des cendres mouillées, tenues toujours prêtes pour cela. Au bout de deux jours la carbonisation est terminée. On reconnaît qu'elle tire à sa fin à la disparition de la fumée, qui est remplacée par une flamme bleuâtre. Lorsque celle-ci a disparu à son tour, il faut éteindre le feu ; pour cela il suffit de fermer l'orifice de la cheminée au moyen d'un disque en fonte.

Il est évident que cette cheminée n'a pour objet que de rendre le tirage plus régulier et plus puissant. L'air qui s'en échappe est remplacé par celui qui traverse la meule dans tous les sens, en passant par les petites fentes de la couverture de cendres, puis au travers des couches de gros charbon, et enfin, par les orifices ou évents de la cheminée elle-même.

CHAPITRE VIII.

FOURNEAUX A DOUBLE EFFET.

Carbonisation simultanée et cuisson de diverses matières. — Appareil de M. Heathorn. — Explication des figures. — Conduite de l'opération. — Appareil de M. Teague. — Description des figures.

Des fourneaux propres à la carbonisation simultanée de la houille et de la tourbe, ou à la carbonisation également simultanée de l'une ou de l'autre, avec cuisson de la chaux, de la brique, du plâtre, etc., etc.

Les fourneaux à double effet, dont il est ici question, ont beaucoup occupé plusieurs industriels ; mais en général ce système de

carbonisation ou de cuisson simultanées est sujet à de nombreux inconvénients, trop évidents pour qu'il soit utile de faire ressortir tout ce qu'il offre de désavantageux. Néanmoins, pour ne rien omettre en matière de carbonisation, nous ferons connaître deux fourneaux de ce genre pour lesquels il a été pris des brevets d'invention en Angleterre. Ils sont l'un et l'autre représentés, Pl. 1, fig. 7, 8 et 9.

Appareil de M. Heathorn.

M. Heathorn a pris un brevet pour ce qu'il appelle : « *Combination of a Lime-Kilnwith a Coke-Oven.* » L'objet de cette invention, comme il est exprimé dans la *spécification* de sa patente, est la cuisson de la chaux en même temps que la carbonisation de la houille. L'économie que présente ce procédé résulte de ce que la partie inflammable ou bitumineuse de la houille en se brûlant avant la combustion du coke ou partie charbonneuse et solide de la houille, fournit une chaleur qui est appliquée à la cuisson de la chaux. La figure 7 est celle du fourneau imaginé par M. Heathorn. On y voit une coupe verticale de la cuve à chaux et des fourneaux à coke sur les côtés : *a, a,* sont les murs latéraux de 4 pieds d'épaisseur et qui forment une tour rectangulaire, dont le vide intérieur est rempli de pierre à chaux, depuis le sommet jusqu'aux barres en fer *b, b,* du fond, sur lesquelles repose la colonne. On élève au gueulard de cette tour creuse ou cuve, la pierre à chaux à l'aide d'une caisse *d*, que fait mouvoir une grue *e*. Une plate-forme qui projette au delà des murailles de la tour, offre les commodités nécessaires pour l'approche de la pierre à cuire.

Quant aux fours à coke, au nombre de deux, et même plus, quand on le juge convenable, ils sont disposés comme on les voit, en connexion avec la tour, fig. *f, f.* Ces fourneaux se chargent de houille par des portes en fer qui ouvrent sur le devant des murailles, et qu'il n'a pas été possible de faire voir sur cette coupe de l'appareil. Les portes ont à leur partie supérieure une longue fente horizontale et étroite, pour l'accès de l'air qui doit alimenter la combustion de la houille jusqu'à parfaite carbonisation de celle-ci. La flamme qui s'en échappe, passe dans l'intérieur de la tour chargée de pierre à chaux, par une série de soupiraux latéraux (dont on voit deux en *g, g*), et pour empêcher que le tirage ne nuise à l'opération dans l'autre fourneau situé à l'opposite, on a

pratiqué un mur de séparation *h*, qui force la flamme à pénétrer à travers toute la masse. Dans la partie inférieure de la charge et jusqu'à une certaine hauteur, la pierre ne tarde pas à atteindre à la température rouge-blanc.

Conduite de l'opération.

Quand la cuve a été totalement remplie de pierre calcaire, on ferme les ouvertures antérieures et celles au-dessous des barres de fer *i*, *i* ; on les barricade avec des briques. Quand l'opération est en train, il n'y a donc d'accès de l'air dans l'intérieur du fourneau que par les étroites ouvertures des portes des fours à coke dont il a été parlé plus haut. Après la calcination complète de la pierre à chaux, les barricades *i*, *i* sont enlevées, on retire les barres de fer *b*, *b*, et la chaux cuite tombe ; on l'emporte sur des bennes. Il arrive cependant parfois, que la chaux a de la peine à tomber, parce que les morceaux se sont collés et ont fait voûte ; alors il faut recourir à l'emploi d'un fort crochet en fer pour casser cette voûte et arracher la chaux. Pour rendre cette extraction plus facile dans toutes les parties de la masse, on pratique une suite de cinq ou six ouvertures que l'on ferme par des portes en fer, et qui sont situées à des distances convenables depuis le sommet de la tour jusqu'au pied : on peut voir sur la figure deux de ces ouvertures en *k*, *k*. On voit encore en coupe et en *b*, *b* deux ouvertures semblables sur les fours à coke ; celles-ci sont destinées à dégager au besoin les soupiraux latéraux *g*, *g*, qui pourraient être obstrués par diverses matières, ce qui empêcherait l'accès de l'air chaud. Quand la carbonisation de la houille est achevée, les portes de devant des fourneaux (que l'on ne peut voir sur la figure) sont ouvertes, et on enlève le coke. Le travail de ces appareils à double effet est continu, parce qu'on enlève à mesure la chaux de la partie inférieure de la tour, quand on la juge suffisamment cuite, et par le gueulard supérieur on introduit de nouvelles pierres.

Appareil de M. Téague.

Le deuxième appareil que nous avons à faire connaître n'a pas été annoncé par l'inventeur comme applicable à la cuisson de la chaux ou à la carbonisation de la houille ou de la tourbe, ni à la cuisson des briques ; mais il deviendra évident par la description et par l'inspection des figures, que cet appareil, breveté pour le

grillage des minerais, est susceptible de toute espèce de carbonisation. M. Teague, attaché aux forges de Park-end près de Calford, dans le Gloucestershire, a pris pour cet appareil un brevet à la date de 1832. Il combine le grillage des minerais de fer avec l'opération de la fonte, et il annonce une immense économie de combustible et de main-d'œuvre.

Dans ce procédé, il construit à l'entour de son fourneau, dans le voisinage de ce qu'on appelle la cheminée, une série de quatre petits fours à réverbère, chacun ayant sa cheminée propre, avec un registre ou obturateur au sommet, et une porte latérale qui ouvre à l'extérieur. C'est par ces portes qu'on introduit les minerais à calciner (*houille ou tourbe à carboniser*). Ces minerais sont placés sur des plaques de fonte qui forment la sole inclinée des réverbères vers le fourneau de fusion. L'ascension de la flamme qui s'échappe de celui-ci est empêchée au moyen d'une valve ou soupape qui ferme l'orifice, et les petites cheminées des fourneaux à réverbères qui entourent le fourneau de fusion, étant ouvertes, la flamme et les gaz échauffés sont forcés de passer par ces cheminées, et dans leur passage elles agissent sur les minerais, dont elles opèrent la calcination. Quand cette calcination a été jugée suffisante, on fait tomber les minerais, à l'aide d'instruments convenables, dans le fourneau de fusion. (*Le charbon de houille ou de tourbe serait enlevé et remplacé par des matières crues.*) Pendant le défournement du coke, on ouvrirait le gueulard du fourneau de fusion pour que la flamme pût s'échapper à la partie supérieure (Pl. 1). La fig. 8 offre une coupe verticale de cet appareil. *a*, *a*, représentent une portion de la cuve, avec une porte ou valve *b*, qui repose sur une tringle en *c*; *d* est un des quatre fours à réverbère ; *e* est la plaque de fonte sur laquelle on étend la matière à calciner ; *f* est une porte ; *g* est la cheminée du four à réverbère, munie d'un registre *h*.

La fig. 9 fait voir, sur une plus petite échelle, un plan de toute la construction, pris un peu au-dessus des plaques de fonte des fours à réverbère, qui sont désignés par *e*, *e*, *e*, *e*; le cinquième compartiment *i* du pentagone est destiné à l'introduction des matières dans le tunnel *a*, vers lequel tous les compartiments se dirigent directement. Tous ces compartiments sont fermés extérieurement par de massives portes en fer, suspendues à de forts leviers, à l'extrémité opposée desquels sont attachés des contrepoids, qui permettent de manœuvrer les portes avec facilité.

CHAPITRE IX.

RENDEMENT DES HOUILLES EN COKE, ET COMPARAISON ÉCONOMIQUE DES DIVERS MODES DE FABRICATION.

Difficulté d'appréciation. – Variabilité des rendements. — Influences diverses sur les rendements et la qualité des cokes. — Rendement général dans les chantiers de Saint-Étienne. — Comparaison des résultats des divers modes de fabrication, sous le rapport du déchet, de la main-d'œuvre et des qualités. — — Rendement au Creuzot. — Propriétés générales des cokes. — Leur emploi. — Coke fabriqué avec la menuaille de houille, toujours plus impure. — Résultats de 61 expériences faites avec beaucoup d'exactitude à l'usine royale de Paris. — Rendement des houilles carbonisées en 1831 aux usines de Decazeville.

L'appréciation *à priori* des proportions de coke que l'on doit obtenir par la carbonisation des diverses houilles, est toujours difficile et fort incertaine. Tant de circonstances, difficiles à maîtriser, et même à prévoir, ont une influence si marquée sur la quotité de ce rendement et sur les qualités des cokes, qu'il nous semble à peu près impossible d'asseoir aucun devis exempt de futur mécompte. Nous nous bornerons donc à reproduire ici les résultats obtenus dans des localités très diverses et en opérant sur des houilles de plusieurs sortes : selon que le fabricant se trouvera placé dans des circonstances plus ou moins analogues à celles que nous indiquons; il pourra d'avance et jusqu'à un certain point raisonner les produits de sa fabrication. (*Karsten.*)

La quantité de charbon (coke) retirée de la houille est encore plus variable que celle qu'on obtient du bois fossile ; elle peut s'élever de 48 à 90 p. 100. Ces charbons s'appellent ordinairement cokes. Il en existe qui conservent la forme des morceaux de houille employés, et prennent en même temps un plus petit volume ; d'autres conservent aussi la forme de la houille, sans changer de volume; d'autres enfin se boursouflent, et présentent alors une masse plus ou moins poreuse. Pour reconnaître cette propriété

de la houille, qui détermine souvent son emploi pour la carbonisation, on la réduit en poudre, et, à défaut d'autre appareil, on la chauffe dans un creuset couvert. La houille de la première espèce donnera du coke en poudre incohérente; le coke de la seconde espèce n'offrira pas plus de volume que la houille employée, le contraire a lieu le plus souvent; mais ce coke formera toujours une masse frittée, douée quelquefois d'une assez grande fermeté; enfin, la poudre de la troisième espèce de houille entre en fusion et constitue une matière parfaitement homogène, qui se moule sur la forme du vase et peut quelquefois en dépasser les bords à cause de son augmentation de volume.

Il n'existe point de limites parfaitement tracées entre ces trois espèces de houilles. Tantôt la poudre de la première espèce montre une légère cohérence, tantôt aussi la matière frittée de la deuxième espèce paraît fondue en partie. (*Karsten.*)

La quantité de coke que l'on obtient de la houille diminue lorsqu'on emploie une forte chaleur au commencement de la carbonisation : la perte qui en résulte est en général d'autant plus grande que les houilles sont plus grasses et moins riches en carbone; cependant elle ne peut guère s'élever au-dessus de 6 p. 100.

D'un autre côté, nous remarquerons qu'un degré de chaleur faible au commencement de la carbonisation et augmenté successivement, rend la houille moins collante. Il se pourrait, par exemple, que, traitées de cette façon, des houilles maigres se comportassent comme la houille sèche, et des houilles grasses comme la houille maigre, qui ne donne jamais que du coke fritté. En tout cas, on peut diminuer, par une chaleur douce, augmentée par degrés, le boursouflement des houilles grasses, et obtenir alors un coke plus compacte.

On croyait que la houille grasse différait des autres espèces de houilles, en ce qu'elle contenait moins de charbon et plus de bitume, pensant, mais à tort, que ce produit, obtenu par la distillation, était une des parties composantes du combustible. Mais des recherches, dirigées sur cet objet, ont montré que le contenu en charbon des houilles grasses est ordinairement plus grand que celui des houilles non grasses. Il existe beaucoup de houilles sèches et de houilles maigres, qui ne produisent que 50 pour 100 de coke, tandis qu'on trouvera peu de houilles grasses qui en

fournissent une si petite quantité. Un grand nombre d'entre elles donnent jusqu'à 80 pour 100 de coke boursouflé. (*Karsten.*)

Toutes les houilles sèches et certaines houilles maigres, bien qu'elles soient homogènes, et par conséquent riches en carbone, ne donnent pas de bon coke, si elles présentent un trop grand nombre de fissures, parce que ce coke se réduit en petits fragments, et ne peut être employé dans le plus grand nombre des usages.

Si les houilles sèches et celles qui donnent des cokes frittés étaient pauvres en carbone, et composées par conséquent de parties brillantes et de parties mates, il ne faudrait pas les carboniser, excepté dans le cas où les deux espèces de houilles seraient intimement mêlées; car si elles se plaçaient en couches alternatives, il en résulterait de nombreuses solutions de continuité, augmentées encore par les fentes verticales qui divisent les couches noires et riches. Ces fentes se remarquent toujours dans les couches noires et brillantes, ou bien elles se manifestent après la carbonisation. La division du coke et son incombustibilité, qui en est le résultat, ont fait croire longtemps que les couches noires des houilles maigres constituaient une espèce d'anthracite, puisque les petits fragments du coke se retirent des foyers sans qu'ils aient éprouvé aucune altération.

Les houilles pauvres et sèches, dont les couches alternatives ont 4 à 5 pouces d'épaisseur, et qui ne sont pas divisées par des fentes, ni des lits de charbon minéral (ou anthracite) peuvent être soumises à la carbonisation; mais cependant elles ne produisent en général qu'un coke dur, très dense, et qui ne peut brûler que dans un air très comprimé. (*Karsten*,)

A Saint-Étienne, le rendement en coke est variable suivant la nature des houilles, et aussi suivant qu'on opère sur de plus ou moins grandes charges. Avec des houilles tendres de première qualité, telles que celles de Mions, de Reveux, de Grangette, etc., on obtient de 60 à 64 pour 100 de coke à grandes charges; avec des houilles dures, moins collantes que les premières, on obtient seulement 55 à 58; avec des houilles dont le coke contient plus de cendres, on va à 66. Mais pour la moyenne des houilles grasses de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier, on ne doit compter que sur 60 à 62.

Il y a d'ailleurs entre les divers cokes une très grande différence,

soit sous le rapport des cendres qu'ils contiennent, et qui varient de 3 à 16 pour 100, soit relativement à la chaleur qu'ils développent, en sorte que le prix des cokes est ordinairement de 1 fr. à 1 fr. 80 c. les 100 kilogrammes, suivant qu'ils sont de seconde ou de première qualité.

(*M. l'Ingénieur des mines Gervoy.*)

Comparaison des résultats des divers modes de fabrication du coke.

Déchet. La méthode de carbonisation en plein air donne un déchet d'au moins moitié, tandis que dans les fours, ce déchet n'est d'environ que des deux cinquièmes. Il faut ajouter à cette différence les pertes qu'on éprouve dans la carbonisation à l'air, par suite de pluies ou de coups de vent, qui, quelquefois, font perdre des tas tout entiers.

Main-d'œuvre. La conduite de la carbonisation en plein air demande beaucoup de soins, pour empêcher que les trous ne s'engorgent ou que la masse ne s'affaisse, et pour remplacer, lors de l'étouffement, les cendres qui pourraient être entraînées par le vent : on est aussi obligé de se procurer plus d'eau. Par suite, la main-d'œuvre, y compris l'entretien du matériel, y est plus chère d'environ un tiers.

Qualité du coke. Le coke fabriqué en plein air est cuit beaucoup moins également ; il est plus lourd, plus friable, et brûle moins facilement que l'autre. Il a cependant été longtemps préféré à celui des fours pour la plupart des usages, comme étant mieux dessoufré, à cause de la plus grande surface que la houille présente à l'air dans les tas. Il paraît, toutefois, que cette différence entre les quantités de soufre, dans les cokes obtenus par les deux méthodes de carbonisation, est très peu considérable, et comme le coke des fours est généralement meilleur sous tous les autres rapports, il est aujourd'hui presque partout préféré, même pour les usages où l'on redoute le plus la présence du soufre. Aussi, la grande carbonisation de terre noire, créée la première dans ce pays, en 1823, a été entièrement remplacée par 40 fours. Il en a été de même pour le coke qui alimente les trois fonderies à la Wilkinson de Saint-Étienne, et même pour celui employé aux fineries de la forge du Janon. Les usines à fer de la Nièvre, alimentées par les houilles de Saint-Étienne, et qui, autrefois, in-

séraient dans leurs marchés que le coke serait fait en tas à l'air libre, demandent maintenant du coke de fours.

(*M. l'Ingénieur Gervoy.*)

Les fours ont remplacé sur la plupart des chantiers d'exploitation, la fabrication en plein air, qui n'existe plus aujourd'hui qu'à Frontignat, à la Ricamarie et à Roche-la-Molière.

(*M. l'Ingénieur Gervoy.*)

Au Creuzot, la méthode de carbonisation à fours couverts s'appliquait aux charbons gras et collants; son rendement était de 125 à 130 hectolitres de coke pour 100 hectolitres de houille. En poids, le rendement était de 40 à 42 pour 100. L'hectolitre de cette houille pesait moyennement 75 kilogrammes.

La méthode en plein air, dite de Rive-de-Gier, s'appliquait aux charbons moins collants et moins purs que les précédents; son rendement était moyennement de 85 à 90 hectolitres de coke pour 100 hectolitres de houille; et en poids, ce rendement était de 33 à 36 pour 100.

(*M. l'Ingénieur Nailly, ex-directeur du Creuzot.*)

Propriétés générales des cokes.

Le coke est tantôt en petits fragments sans agglomération, tantôt en masses frittées, tantôt en blocs boursouflés et caverneux. Dans les deux premiers cas, il occupe moins de volume que la houille dont il provient; dans le troisième, il en occupe davantage, et d'autant plus qu'il est plus boursouflé.

Les cokes pulvérulents et les cokes frittés sont noirs, peu brillants, plus ou moins friables, toujours très denses, et assez difficiles à brûler; le coke boursouflé est noir aussi, quand il a été réduit en poussière; mais, vu en masse, il est gris, avec des reflets métalliques gris d'acier; il se brise plus ou moins aisément, et il est léger, comparativement à la houille et aux cokes des deux autres espèces : celui-ci s'allume assez facilement, et brûle sans peine jusqu'à complète destruction de la partie combustible.

Toutefois, ces divers charbons, même les plus inflammables, ne brûlent bien qu'en grande masse ; mais comme ils brûlent sans flamme, ils donnent une température locale très élevée ; et comme leur densité est très supérieure à celle du charbon de bois, cette cha-

leur est bien plus soutenue. D'un autre côté, le pouvoir rayonnant du coke incandescent paraît très supérieur à celui de tous les autres combustibles, ce qui explique la préférence qu'on lui donne dans tous les chauffages à foyer ouvert.

La préférence accordée au coke sur la houille pour le chauffage domestique, abstraction faite de la question d'économie, qui peut varier, repose sur de simples considérations d'agrément. La houille produit, comme on sait, une flamme fuligineuse et odorante, qui n'est pas agréable dans les appartements. Le coke, au contraire, brûle sans flamme ni fumée, ne répand aucune odeur, et présenterait sous ce rapport tous les avantages du charbon de bois, s'il s'enflammait aussi facilement que celui-ci.

(*M. le professeur Dumas.*)

Il ne faudrait pas s'imaginer qu'on obtiendra du coke d'égale qualité en employant du poussier au lieu de houille en morceaux. Il est évident que le premier doit contenir bien plus de matières terreuses qne le second. Il suffirait, pour le démontrer, de rappeler les deux analyses suivantes de M. l'ingénieur Guéneveau. Elles ont été faites sur des cokes préparés au Creuzot avec la houille de la même extraction, de la même fosse. L'un des cokes provenait de houille carbonisée en meules, et l'autre de menuaille de la même houille carbonisée en fourneaux.

	Coke de grosse houille.	Coke de menuaille.
Carbone	96,7	89,24
Cendres composées de silice, alumine, chaux et oxyde de fer. .	3,0	10,76
Soufre.	0,3	0,00
	100.0	100,00

(*Annales des mines*, n° 132, p. 441.)

Résultats de 61 expériences de distillation de houille faites à l'usine royale de Paris.

1°	36 h.	Houille.	gaillette, origine inconnue.	44 h.
2°	36	id.	id., id.	44
3°	36	id.	id., id.	44
4°	36	id.	id., id.	44
5°	36	id.	id., qualité Flénu.	42
6°	36	id.	id., id.	44
7°	15	id.	id., mine de Blanzy.	17 1/2
8°	15	id.	id , origine inconnue.	18 1/2
9°	15	id.	grosseur gaillette, origine inconnue. .	19
10°	29	id.	grosseur gaillette, origine Flénu. . .	33
11°	15	id.	gaillette, origine inconnue.	19
12°	15	id.	id., id.	19 1/2
13°	11	id.	id., id.	13
14°	11	id.	id., du Creuzot.	17
15°	11	id.	mélange de diverses houilles. . . .	14
16°	11	id.	gaillette, origine Flénu.	11
17°	11	id.	mélange, origine bois de Boussu. . .	16
18°	11	id.	id., origine Creuzot.	11
19°	11	id.	id.. id.	11
20°	11	id.	gaillette, origine Flénu.	14
21°	11	id.	mélange Creuzot.	11
22°	11	id.	mélange, origine Flénu.	14
23°	11	id.	id., origine Anzin.	15
24°	11	id.	gailletté. origine Flénu.	14
25°	11	id.	gailleterie, origine inconnue.	15
26°	83	id.	gaillette, Flénu.	140
27°	49 1/2	id.	id., id.	53
28°	22	id.	id., id.	28
29°	22	id.	id., id.	28
30°	20	id.	id., id.	27 1/2
31°	20	id.	id., id.	27 1/2
32°	17	id.	id., id.	23
33°	17	id.	id., id.	23
34°	17	id.	id., houille d'Auvergne.	22 1/2
35°	122	id.	mélange, origine Flénu.	162 1/2
36°	13	id.	id., id.	14
37°	48	id.	gaillette, du Bois et Boussu.	59
38°	50	id.	mélange, origine Flénu.	57 1/4
39°	50	id.	id., id.	63 1/2
40°	30	id.	id., id.	37 1/4
41°	21 1/2	id.	gailleterie, origine inconnue. . . .	27
42°	231 1/2	id.	id., Dour en Belgique.	328
43°	84	id.	id., Epinac.	75
44°	105	id.	id., origine inconnue.	122 1/2
45°	13	id.	mélange, id.	15 1/2
46°	9	id.	gailleterie du midi.	11
47°	15	id.	gaillette, origine Flénu.	17 1/2
48°	23 1/2	id.	id., id.	31
49°	36 1/2	id.	mélange, de la mine de Denain. . .	49 1/2
50°	41	id.	gaillette, origine Flénu.	46
51°	41	id.	id., id.	45 1/4
52°	35	id.	id., id.	41
	1,699 1/2	à reporter,		2,139 1/4

	1,699 1/2 Report.		Report, 2,139 3/4
53°	35	Houille mélange, origine Flénu.	35 1/2
54°	22	id. id., de Dour en Belgique. . . .	32
55°	23 1/2	id. id., id.	31 1/2
56°	10	id. forge gailleteuse, origine inconnue. .	15 1/2
57°	36 1/2	id. id., Belgique. . . .	33 1/2
58°	14	id. gros charbon de Marimont en Belgique.	22 1/2
59°	16	id. id., id. . . .	17
60°	45 1/2	id. mélange, origine inconnue.	56 3/4
61°	48	id. gaillette de Boussu en Belgique. . .	59
	1,950 hectol.		2,443

Ou environ, par hectolitre de houille distillée, 1 hect. 1/4 de coke obtenu.

Mais, comme en général on obtient toujours, dans la distillation à vases clos, 5 pour cent de plus en coke, que par les autres procédés de carbonisation, dans lesquels il y a constamment de la houille brûlée en pure perte, on peut assez plausiblement compter que les 61 expériences dont on vient de donner les résultats, n'auraient produit par les méthodes en meules, et même à fours couverts, que 1 hect. 1/5 de coke par hectolitre de houille employée.

Il convient d'ailleurs, quand on veut établir le plan d'une fabrication, de se tenir en garde contre les espérances trop grandes que peuvent faire naître les résultats d'expériences pratiquées sur une petite échelle, et dans lesquelles on a été maître d'écarter toutes les causes de déchet.

Ces considérations nous ont engagé à offrir ici les résultats d'une fabrication considérable : nous empruntons ce document au compte rendu officiellement des produits des usines de Decazeville. Nous donnons textuellement le chapitre de la fabrication du coke en 1831. Le lecteur y trouvera non-seulement quel a été le rendement en coke de la houille carbonisée, mais aussi divers renseignements sur le prix de main-d'œuvre et les frais accessoires, dont nous pensons qu'on nous saura gré.

USINES DE DECAZEVILLE.

COKE.

Fabrication du coke en 1831. — Décomposition du prix de revient. — Faible rendement. — Déchet. — Frais de main-d'œuvre et de transport trop élevés. — Coke à donner à l'entreprise. — Prix réel de revient de 1831 et de 1832. — Déchet du coke par son exposition à l'air.

9,712,782 k. de coke ont été fabriqués aux chantiers de la Forésie; ils ont employé :

16,907,000 k. de charbon gros,
10,485,500 id. menu,

27,392,500 de charbon porté au débit du compte de fabrication de coke, pour. . . 136,962 f. 20 c.
Main-d'œuvre. 18,854 08
Outils. 1,246 17
Transport au plateau. . . 9,473 27

Prix de revient 17 f. 15 c. 166,535 72

DÉCOMPOSITION DU PRIX DE REVIENT.

MATIÈRES employées outils, main-d'œuvre, transport.	QUANTITÉS de matières employées par 1000 kilog. de coke.	PRIX auxquels ressortent les matières par 1,000 k.	VALEUR des matières, outils, main-d'œuvre, transport, qui entrent dans le prix composé par 1,000 kil. de coke.
Charbon. . . .	2,820 fr. 00 c.	5 fr. 00 c.	14 fr. 10 c.
Outils.	00 00	00 00	00 13 1/2
Main-d'œuvre. .	00 00	00 00	1 94
Transport. . . .	00 00	00 00	00 97 1/2
			17 fr. 15 c.

Le roulement des hauts-fourneaux, en 1831, ayant été particulièrement dirigé, ainsi qu'on le verra, vers une production de fonte grise, pour se procurer celle qui était indispensable aux

moulages destinés à l'usine de Decazeville, ou pour donner aux fers une qualité supérieure, on a pu porter à l'excès les soins à donner à la carbonisation, et dépasser ainsi les limites des déchets naturels. A cette considération on peut encore ajouter celle de l'incendie inopiné de la mine de Firmy, qui a fait recourir à l'emploi d'une certaine quantité de charbon schisteux, en attendant que d'autres puits ou galeries fussent praticables. Cependant ces considérations paraîtront insuffisantes pour expliquer que 2,820 kil. de houille n'aient produit que 1000 kil. de coke, ou, ce qui revient au même, qu'il ait fallu 1000 kil. de houille pour produire 354 kil. 1/2 de coke, soit un peu moins de 36 p. 100. Sans prétendre à un rendement de 50 à 55 p. 100, comme à Saint-Étienne, en plein air, ou de 60 à 65 p. 100, comme en Angleterre, on ne doit pas tomber à Firmy, au-dessous de 40 p. 100, et l'on est en droit d'attendre mieux d'un bon travail.

Du 1er janvier 1829 au 30 septembre 1831, il avait été livré à la carbonisation 70,726 tonnes de houille, qui produisirent 28,044 tonnes de coke. Voilà bien un rendement de 40 p. 100 confirmé par une expérience faite sur de grandes quantités. Pour expliquer ce déchet extraordinaire, il a été question du transport du coke, d'une espèce très friable, au plateau de la Forésie. Cette cause de déchet est réelle, et doit, sans aucun doute, diminuer le rendement ; mais elle est ici sans application, puisqu'elle a dû également agir sur le coke qui a rendu 40 p. 100, comme sur celui qui n'a rendu que 35 et demi. Tout ce qu'on en peut conclure, c'est qu'à Decazeville, par exemple, où le coke n'a pas de trajet à parcourir, le rendement sera augmenté de tout ce que cette cause peut et doit produire de différence. Ainsi, en prenant pour point de comparaison les quantités fabriquées du 1er janvier 1829 au 30 sept. 1831, la houille livrée à la carbonisation dans les chantiers de la Forésie aurait dû produire, tonnes de coke. 10,861

Elle n'a produit que 9,713

Soit en moins une valeur de plus de 14,000 fr. pour une différence de tonnes de coke 1,148

C'est beaucoup, sans doute, et cependant il reste encore à dire quelque chose sur cette fabrication, qui est fort en arrière de ce qu'elle doit être. La main-d'œuvre, à 1 fr. 94 c., est exorbitante : dans aucun pays elle ne coûte autant. Lorsqu'on connaîtra les

quantités nécessaires en houille et en coke pour le service général de l'usine, on jugera combien l'économie est ici nécessaire. Le transport à 97 cent. et demi, et les outils à 13 cent. et demi, ont subi et subiront encore une diminution sensible.

Pour atteindre les plus basses limites dans la fabrication du coke, le moyen qui paraît le plus convenable serait de le donner à l'entreprise.

Mais une objection se présente ; la bonne qualité du coke est si importante, que la question à résoudre est de savoir si, malgré les précautions prises, l'entrepreneur, intéressé à abréger la durée de la carbonisation et à produire le plus possible, ne livrera pas des qualités défectueuses, qui auraient une fâcheuse influence sur la production de la fonte. On a dit que ce moyen avait été abandonné en Angleterre par ces motifs ; des informations demandées éclairciront ce fait.

Sans vouloir décider la question de savoir si le coke gagne ou perd en qualité par son exposition à l'air, l'expérience a prouvé que, pour celui qui provient du moins des chantiers à coke de Firmy, de grands approvisionnements donnaient lieu à de grands déchets, qu'ainsi il y a lieu de disposer toutes choses pour que la carbonisation soit restreinte aux besoins d'une consommation courante.

(M. Pillet-Will.)

DEUXIÈME PARTIE.

CHARBON DE TOURBE.

Deuxième Partie.

CHARBON DE TOURBE.

Pour les vues géologiques sur la formation des diverses natures de tourbe et sur les gisements les plus nombreux et les plus considérables qu'elle affecte, principalement en France, nous renvoyons au Traité de l'Éclairage, dont ceci est le complément.

Nous n'allons donc avoir à nous occuper de la tourbe que sous le rapport de ses propriétés physiques et chimiques, et surtout au point de vue des préparations à lui faire subir pour la rendre propre à un utile emploi dans les arts et dans l'économie domestique. Au nombre de ces préparations figureront, en première ligne, les procédés de carbonisation de cette substance. C'est en effet cette opération seule qui soit susceptible de la transformer en un combustible d'un emploi commode et agréable, en même temps qu'elle ajoute puissamment à son pouvoir calorifiant.

Déjà, page 257 du *Traité de l'éclairage*, nous avons eu occasion de dire quelques mots de cette carbonisation, et nous les avons même expliqués par deux figures (Pl. 3e), qui offrent un ancien fourneau publié par M. Baillet, ingénieur en chef des mines. Au point de vue sous lequel nous envisagions alors la carbonisation, il nous avait paru convenable de donner la préférence à ce fourneau très simple, d'un établissement facile et peu coûteux, et qui remplit néanmoins le but de travaux isolés à entreprendre sur les lieux même d'extraction de la tourbe ; mais, considérant aujourd'hui l'importance industrielle et commerciale de cette carbonisation sous un aspect moins restreint, nous donnerons des procédés et des dessins d'appareils perfectionnés et plus en rapport avec les exigences d'entreprises plus vastes et plus lucratives.

CHAPITRE PREMIER.

DÉFINITION DE LA TOURBE ET NOTIONS SOMMAIRES SUR L'EXTRACTION DE CE COMBUSTIBLE.

On donne le nom de tourbe à une substance brunâtre, légère, terne et spongieuse, formée de végétaux entrelacés, souvent reconnaissables, mais déjà décomposés en partie et mélangés de terre.

Parmi les combustibles dont on peut faire usage dans les arts et l'économie domestique, celui-ci mérite une grande attention, à cause de son abondance dans certaines localités. Il en mériterait bien davantage si sa facile reproduction, qui ne paraît pas douteuse à quelques personnes, était bien constatée.

Les masses de tourbe les plus importantes sont celles qui sont formées par la variété désignée sous le nom de *tourbe des marais*, ce qui indique à la fois son gisement principal et son origine. Elle se trouve en effet en couches plus ou moins épaisses dans des terrains marécageux, qui ont été autrefois ou qui constituent encore aujourd'hui le fond des lacs d'eau douce. Ces couches sont horizontales, quelquefois elles s'offrent à nu, mais le plus souvent elles se trouvent recouvertes par un lit de sable ou de terre végétale, dont l'épaisseur s'élève rarement au delà de quelques pieds. La masse tourbeuse est quelquefois divisée en plusieurs lits par de minces dépôts de limon, de sable, ou de coquilles fluviatiles. L'étendue des tourbières varie beaucoup, et cette étendue dépend principalement de celle de l'amas d'eau dans lequel elles ont pris naissance. On en trouve en Hollande qui occupent un espace très-considérable, tandis que dans les vallées situées entre les hautes montagnes, telles que les Alpes ou les Pyrénées, il s'en rencontre qui n'ont que vingt ou trente pieds de diamètre. Toutes les dimensions intermédiaires existent en divers lieux (*voyez les gisements généraux et particuliers, page* 261 *et suivantes du* TRAITÉ DE L'ÉCLAIRAGE). L'épaisseur du lit de tourbe ne varie pas moins; souvent cette épaisseur est très faible, de trois ou quatre pieds,

tandis qu'en Hollande, par exemple, elle atteint quelquefois trente pieds.

L'origine de la tourbe n'est pas équivoque comme celle de la houille et de l'anthracite ; elle est évidemment le résultat de l'altération d'un amas de végétaux déposés après leur mort, au fond des marais ou des lacs, où ils se sont mélangés avec le limon terreux et les plantes aquatiques qui y croissaient. Il suffit d'avoir observé les touffes épaisses de graminées qui tapissent les bords et le fond des marécages pour comprendre la formation de la tourbe. Chaque année ces lits augmentent d'épaisseur, et les végétaux qui s'y développent finissent par se trouver à une distance assez grande du terrain, dont ils sont séparés par une couche épaisse de débris ou de racines entrelacées. Des masses semblables, mais plus épaisses encore, submergées et enfoncées sous un dépôt terreux, ont dû, par leur lente décomposition, donner naissance à la tourbe. Cependant tous les marais n'en présentent pas, ce qui montre que sa production exige ou l'existence de végétaux d'une nature particulière ou des circonstances fortuites. En sorte qu'on ne possède encore que des données bien vagues sur sa reproduction dans les lieux où elle se rencontre. On pourrait peut-être admettre que la tourbe ne s'est formée que sous des conditions qui ont cessé d'exister. (Voy. *Traité de l'éclairage*.)

L'exploitation des tourbières s'exécute en général avec beaucoup de facilité; leurs couches étant toujours très superficielles, on peut les mettre à découvert à peu de frais, puis on enlève la tourbe de diverses manières.

On distingue les parties supérieures des couches de celles qui sont plus profondément enfoncées. Les premières, très fibreuses et composées d'un lacis de végétaux bien distincts à la vue simple, portent, dans le langage des ouvriers, le nom de *bouzin*. Les autres, plus compactes et formées de végétaux presque entièrement décomposés ou méconnaissables, donnent, à proprement parler, la *tourbe limoneuse*. Celle-ci étant avec raison beaucoup plus estimée que le bouzin, elle est toujours exploitée avec plus de soin; d'ailleurs la couche de bouzin est constamment la moins puissante. Ce bouzin s'enlève à la bêche ordinaire, et on le moule grossièrement en briques de fortes dimensions que l'on fait sécher à l'air ou au soleil. Cette première couche ne convient que très peu pour la carbonisation.

Dans les tourbières de France du moins, la couche limoneuse s'exploite d'une manière différente. Lorsque après l'extraction du bouzin, cette couche a été mise à découvert, on la coupe en briques au moyen d'une espèce de bêche nommée *louchet*, munie d'une oreille coupante pliée à angle droit sur le fer principal. Ces briques sont de même séchées à l'air ou au soleil. Le louchet porte quelquefois deux oreilles coupantes, quelquefois aussi celles-ci sont réunies par une lame de fer qui donne à l'outil la forme d'une caisse rectangulaire ouverte aux deux bouts.

Quand la tourbière est inondée, il est absolument indispensable de faire, pour enlever la tourbe, usage de la drague; on extrait ainsi de la tourbe en bouillie que l'on met d'abord sur un terrain légèrement incliné pour qu'elle s'égoutte en partie et acquière une certaine consistance. Ensuite on la moule en briques dans des moules de bois.

Tels sont en raccourci les procédés suivis dans les tourbières de la France, de l'Allemagne et de la plupart des autres pays. Ceux que l'on pratique en Hollande, et que nous a fait connaître M. Dejean, par une description très soignée, en diffèrent à beaucoup d'égards. Dans ce dernier mode d'exploitation, le bouzin et les variétés de tourbe qui s'en rapprochent sont toujours, comme cela se pratique chez nous, coupés au louchet et moulés grossièrement; mais la vraie tourbe limoneuse s'exploite d'une manière particulière, qu'il est important de faire connaître au moins sommairement ici.

Après avoir mis à découver la tourbe proprement dite, on commence à extraire au louchet, et plus bas on fait usage de la drague. Ordinairement les dragues qu'on emploie en France, en pareil cas, sont formées par un seau en fer; celles de Hollande sont bien préférables. Elles consistent en un simple anneau en fer à bords coupants, dans l'épaisseur duquel sont percés des trous en nombre suffisant pour recevoir les cordes principales d'une espèce de filet ou de sac dont est formée la panse de la drague. L'ouvrier, au moyen de cet instrument, ramène bien plus de tourbe réelle et bien moins d'eau; il verse cette tourbe dans un baquet où elle est pétrie par un autre ouvrier qui la débarrasse, à l'aide d'un fourchet, de tous les débris trop grossiers de végétaux, en même temps qu'il y ajoute l'eau nécessaire pour en faire une pâte qu'il piétine fortement et qu'il brasse avec un rabot. Lorsque la pâte est bien formée, on la verse sur une aire de 12 à

30 pieds de largeur sur une longueur qui varie suivant la disposition du local, et on en forme une couche de 13 pouces environ d'épaisseur. Cette épaisseur est maintenue par des planches qui limitent l'aire et forment ainsi une espèce d'auge. L'eau surabondante s'écoule, ou bien elle s'infiltre dans le sol, ou bien enfin elle s'évapore. Pour empêcher la tourbe de s'incruster dans le sol et d'y adhérer, on a eu soin préalablement de recouvrir celui-ci d'un lit de foin piétiné. D'ailleurs cette espèce de bouillie tourbeuse est étendue avec des pelles, et plus tard tassée à coups de batte pour lui donner une épaisseur et une consistance uniformes. Au bout de quelques jours, la tourbe étant un peu raffermie, par suite de l'infiltration et de l'évaporation de l'eau, des femmes et des enfants marchent sur le tas, ayant, au lieu de chaussure, des planchettes de 6 pouces de large et de 13 à 14 pouces de long, attachées sous les pieds à la manière des patins. Ce piétinement tasse la tourbe régulièrement, donne de la compacité à la masse, et fait disparaître les gerçures qui s'y étaient formées. On ne cesse cette opération que lorsque la tourbe est devenue assez dense pour qu'on puisse marcher dessus avec des chaussures ordinaires sans s'y enfoncer. Alors on achève de la battre au moyen de larges pelles ou battes, et on finit par la réduire à une épaisseur uniforme de 8 à 9 pouces.

On trace alors sur le tas, à l'aide de longues règles, des lignes qui le divisent en carrés de 4 pouces et demi à 5 pouces de côté. L'épaisseur de la couche étant de 8 pouces, on voit qu'en la divisant, suivant ce tracé, on aura des briques de 8 sur 4 et 4.

La division de ces briques s'effectue au moyen d'un louchet particulier dont le fer est terminé par un angle très ouvert. On coupe la tourbe dans le sens du tracé, çà et là d'abord, pour s'assurer de son état de dessiccation ou pour la faciliter; puis, à mesure qu'elle s'effectue, on achève la division de toute la masse. Cette opération faite, on abandonne les briques de tourbe à elles-mêmes pour qu'elles prennent encore plus de consistance. Enfin, des ouvriers, les mains garnies de cuirs qui les préservent du frottement, enlèvent toutes les briques des rangs impairs et les posent en travers sur celles des rangs pairs, restées debout. Au bout de quelques jours on les déplace en sens inverse, c'est-à-dire en remettant debout les rangs impairs et posant sur eux en travers les rangs pairs. Cette suite d'opérations doit suffire pour que la dessiccation s'achève d'elle-même en peu de temps. Les

tourbes sont ensuite emmagasinées. On doit cependant n'exécuter l'emmagasinage qu'après s'être assuré d'une dessiccation suffisante, car les masses pourraient fermenter et s'échauffer jusqu'à l'incendie.

CHAPITRE II.

MÉTHODE RAISONNÉE D'EMPILAGE ET DE DESSICCATION DE LA TOURBE.

Instruction publiée par ordre de l'agence des mines. — Moyens de reconnaître l'existence des tourbières. — Sondage pour la tourbe. — Manipulations usitées pour la dessiccation de la tourbe. — Première manipulation. — Seconde manipulation. — Troisième manipulation. — Empilage des tourbes. — Couverture des piles. — Enlèvement et transport des tourbes.

En général, l'exploitation de la tourbe en France reste abandonnée à une pratique routinière et vicieuse, et c'est sans doute principalement au défaut d'habileté des ouvriers qui s'en occupent, qu'on doit attribuer le peu d'emploi qu'on fait chez nous de cet utile combustible. Ces considérations nous ont déterminé à reproduire ici, par extrait, l'instruction approuvée par l'agence des mines, publiée par elle, et qui est due à feu Ribaucourt, dont l'expérience en cette matière est reconnue et justement appréciée.

« **Instruction sur les tourbières et la conservation de la tourbe.**

« *Moyens de reconnaître l'existence des tourbières.*

« On peut espérer qu'une vallée renferme de la tourbe lorsque son fond est large, évasé, uni et que les eaux y stagnent, ou y coulent doucement en serpentant d'un côté à l'autre.

« La nature des plantes qui croissent dans les marais ou les vallées, ne peut être un caractère pour reconnaître l'existence des tourbes, qu'autant que les vallées ne seraient pas recouvertes d'une couche de terre végétale suffisante pour entrenir la végé-

tation, car alors diverses plantes peuvent s'y trouver comme ailleurs.

« La plupart des plantes ne végètent point dans la tourbe ; mais lorsqu'une épaisseur médiocre de bonne terre est superposée sur des tourbes, une multitude de plantes, et surtout les légumes y poussent avec une vigueur remarquable, sans doute à cause que leurs racines obtiennent continuellement du voisinage des tourbes, toute l'humidité dont elles ont besoin.

« Les arbres, excepté les aunes, ne réussissent que jusqu'à ce que leurs racines aient atteint la tourbe.

« On ne peut donc tirer d'inductions assez certaines pour la présence des tourbes, de la nature ou de la végétation des plantes ; on en tirerait mieux du dépérissement des arbres quand leurs racines, à une certaine profondeur, atteignent la tourbe.

« Un caractère plus certain, c'est le tremblement du terrain lorsqu'on le frappe du pied ; sa compressibilité, son affaissement lorsqu'on le charge d'un certain poids. Le travail des taupes, qui ramène à la surface des parcelles de tourbe, lorsqu'elle n'est pas profondément déposée, est encore souvent un indice. Mais tous ces moyens ne sont pas suffisants pour déterminer une fouille, et établir une dépense d'extraction ; car, outre la présence de la tourbe, il faut reconnaître sa profondeur, son étendue, ses qualités ; et c'est ce que le sondage seul peut prouver.

« Du sondage pour la tourbe.

« Les tourbiers se servent d'une sonde particulière, simple comme tous leurs outils ; c'est une espèce de grande cuiller de onze pouces de longueur, dont les bords sont très coupants, qui est terminée par une pointe acérée et tournée en vrille ; elle est garnie d'un manche de 15 à 18 pieds de longueur, sur lequel on a marqué des divisions de 11 pouces chaque, et que l'on appelle *pointes*.

« La manière de s'en servir consiste à faire d'abord un trou carré de deux à trois fers de bêche de profondeur, ou jusqu'à la tourbe ; deux hommes, appuyant fortement sur le manche de la sonde, la descendent perpendiculairement d'une pointe ; ils lui font ensuite faire un tour complet et la remontent. Le sondeur ratisse alors la surface interne de la cuiller, et découvre la tourbe, dont, avec un peu d'usage, il reconnaît la qualité avec certitude.

On replace ensuite la sonde dans le trou, on l'enfonce d'une nouvelle pointe, on la retire, et on l'examine comme ci-dessus, continuant cette manœuvre aussi longtemps qu'elle ramène de la tourbe.

« Si la tourbe était toujours régulière, il suffirait de donner de loin en loin quelques coups de sonde, pour s'assurer seulement des points où elle commence, et de ceux où elle finit ; mais dans une même pièce de pré, il se trouve quelquefois d'excellente tourbe au milieu d'autre fort inférieure. Souvent, les premières pointes sont bonnes ou mauvaises, et les dernières sont de qualité opposée. Il convient donc, lorsqu'on veut sonder un pré, d'introduire la sonde de trois en trois toises lorsqu'on trouve le banc régulier, et de deux en deux, même de toise en toise, dans le cas contraire.

« Nous observerons que lorsqu'une couche est connue dans toute son épaisseur, et qu'on a rencontré le dépôt sableux ou marneux, on peut encore sonder au delà, parce qu'il se trouve souvent plusieurs bancs de tourbe au-dessous de ces dépôts.

« Manipulations usitées pour la dessiccation de la tourbe.

« Nous avons dit que les tireurs jettent les tourbes extraites à des ouvriers qui les reçoivent sur le bord de l'entaille. Ces ouvriers sont des brouetteurs (des femmes, des enfants peuvent faire ce travail). Ils reçoivent les tourbes et les rangent sur une brouette, ayant soin de ne pas les briser : ils n'en doivent pas mettre plus de 15 à la fois sur leur brouette ; une plus grande quantité nuirait, en ce que celles inférieures seraient écrasées.

« Les brouetteurs vont déposer les tourbes sur le lieu de l'étente. Il faut choisir la place la plus sèche, d'une surface suffisante et qui ne soit pas trop loin de l'entaille ; une distance de 100 pas est beaucoup. Si on porte les tourbes plus loin, l'opération est trop lente, et les dépenses augmentent.

« Première manipulation.

« Il faut avoir attention que les brouetteurs ne renversent pas la brouette, ce qui briserait les tourbes. Ils doivent les prendre et les ranger sur le terrain par petits tas, qu'on appelle *pilets*, *rentelets* de 15, etc. Ces petits tas, pilets ou rentelets, doivent

être assez espacés pour que l'air puisse circuler autour. Dans les terrains très secs, on les sépare d'une demi-semelle; dans ceux moins secs, d'une semelle entière.

« On les laisse ainsi jusqu'à ce que les tourbes soient ce qu'on appelle bien *couannées*, c'est-à-dire qu'il se soit formé une couanne à la surface. Alors on leur donne une seconde manipulation.

« **Seconde manipulation.**

« On pose sur le terrain les tourbes des rangs supérieurs, qui se trouvent les plus avancées pour la sécheresse, et on met celles qui étaient inférieures dans la partie supérieure. Dans cette opération, on augmente les tas jusqu'à 21 tourbes, et de manière qu'il y ait entre elles le plus de vide possible pour la circulation de l'air. Ces tas prennent le nom de *cantelets*, *catelets* ou *châtelets.*

« **Troisième manipulation.**

« Quand la tourbe de catelets est bien couannée, on lui donne une troisième manipulation qui doit achever de la sécher au point où elle restera. Il y a trois modes différents de donner cette manipulation. L'un consiste à mettre les tourbes *en lanternes.* Pour cela on pose d'abord circulairement dix à onze tourbes sèches sur le sol, et on élève dessus, successivement en retraite, de nouveaux rangs de tourbes de plus en plus humides, jusqu'à ce qu'on ait formé une pyramide terminée par une seule tourbe. Pour donner plus de solidité aux lanternes, à mesure qu'on les élève, on amasse des tourbes sèches dans le centre.

« On espace les lanternes sur le pré à un pied l'une de l'autre.

« Les petites lanternes de sept tourbes de base sont préférables; elles se soutiennent mieux; les tourbes inférieures sont moins sujettes à être brisées.

« Le second mode consiste à mettre les tourbes *en monts.* On les pose les unes sur les autres, sans ordre, observant seulement de mettre les plus sèches en bas et au centre, et les plus humides à l'extérieur et en haut. On donne à ces monts environ deux pieds de largeur et deux pieds et demi de hauteur sur une longueur arbitraire.

« Le troisième mode consiste à mettre les tourbes *en haies* ou

reules. On pose d'abord sur le sol un double rang de tourbes les plus sèches, debout et adossées l'une contre l'autre ; on élève ensuite sur cette base une espèce de muraille d'une tourbe d'épaisseur ; on l'élève ainsi à deux ou trois pieds, sur autant de longueur que le terrain le permet ; et pour que cette muraille se soutienne malgré son peu d'épaisseur, on la dispose en zigzag.

« Ce dernier mode est le plus avantageux, mais il est le plus difficile : peu d'ouvriers sont capables de bien établir les reules ou haies.

« Les deux premiers modes sont d'une exécution plus facile ; mais ils sèchent moins bien, et on trouve plus de tourbes brisées, surtout quand on manipule des tourbes peu fibreuses.

« En général, les manipulations pour le desséchement des tourbes méritent toute l'attention de ceux qui s'occuperont de leur exploitation. Il faut observer avec soin ce qui convient mieux à la nature de la tourbe qu'on extrait, et ce qui est plus ou moins avantageux suivant le terrain qui sert à l'étente. Si les tourbes n'ont pas été bien manipulées, on perdra sur la quantité et la qualité.

« **De l'empilage**.

« Lorsque les tourbes ont acquis à peu près le degré de sécheresse nécessaire, on les réunit en masses plus considérables, appelées *piles*.

« L'empilage étant la dernière main-d'œuvre, celle qui décide irrévocablement de la qualité de la tourbe, est aussi celle qui exige le plus de connaissances et d'attention.

« Si on empile trop tôt, la tourbe encore mouillée s'échauffe dans la pile, ne sèche jamais à fond, et l'on est contraint de la désempiler au printemps, et de l'étendre de nouveau sur le pré pour la sécher, ce qui occasionne des frais et un déchet considérable.

« Si l'on empile trop tard, la tourbe a déjà essuyé une perte immense ; elle se brise, se grésille, et une grande partie se réduit en boue, en grumeaux et en poussière.

« Il faut donc connaître l'instant et le saisir, et chaque espèce de tourbe a le sien particulier, relatif à sa nature.

« Tout ce qu'on peut établir de général à cet égard, c'est qu'il vaut mieux empiler la tourbe un peu trop tôt, ou, en terme de

tourbier, un peu *verte*, que de l'empiler trop tard ; il ne peut résulter de cette méthode qu'une petite diminution dans les proportions de la pile ; la tourbe parviendra d'ailleurs à une sécheresse complète, et séchée ainsi lentement, elle deviendra compacte, elle sera comme de la corne, et on ne la rompra qu'avec effort.

« Cette observation porte principalement sur les tourbes qui sont sujettes à se grésiller, sur les tourbes franches ; car pour celles qui sont entrelacées de beaucoup de roseaux ou de fibres, elles soutiennent les alternatives de sécheresse et d'humidité sans se désunir, et leur empilage demande moins de précaution ; on ne risque rien de les laisser sécher à fond avant que de les empiler.

« La pile est, pour la tourbe, une mesure commerciale, comme la corde pour le bois. A l'égard des dimensions de cette mesure, il est à regretter qu'elles ne soient pas encore fixées généralement.

« La pile, mesure de Paris, contient 502 pieds cubes ; elle se divise en 4 coudées, et donne 90 voies chacune de 5 pieds 2/3.

« La pile, mesure du département de la Somme, est de 320 pieds cubes.

« La pile de Paris a 17 pieds de longueur à la base, et 15 à son entablement, 9 pieds de largeur de base sur 7 d'entablement, 4 pieds de hauteur ; on la termine par un comble de 2 pieds de hauteur perpendiculaire.

« Il faut choisir, pour l'emplacement qu'on veut élever, la partie la plus sèche au milieu des lanternes, monts ou reules. On en trace les dimensions au cordeau sur le terrain ; on y apporte les tourbes. On commence à placer les bases des murailles sur une tourbe d'épaisseur ; on charge le milieu de la pile à la main, à mesure que l'on continue d'élever le muraillement, lequel se fait en retraite de rang en rang, de sorte que, quand on est élevé à la hauteur convenable, la pile forme une pyramide à quatre faces tronquées. Aux quatre angles du muraillement on a soin de lier et croiser les tourbes entre elles, comme les maçons lorsqu'ils élèvent un mur de briques.

« La pile s'achève par un comble formé de tourbes placées sans ordre, terminé par un rang d'une seule tourbe. On observe de mettre dans le comble les tourbes qui ont le plus besoin d'être encore séchées.

« Il n'y a pas d'inconvénient à faire les piles de forme plus al-

longée, ou à en mettre plusieurs au bout les unes des autres; mais il n'en est pas de même de la largeur : il y aurait de l'inconvénient à l'augmenter, parce que les tourbes y conserveraient trop d'humidité, et parce que les ouvriers ne pourraient pas arranger aussi bien les piles plus larges. Il leur faudrait des échelles et d'autres moyens, d'où il résulterait beaucoup de tourbes brisées et de poussière.

« Sur la fin de la campagne, lorsqu'on a été forcé d'empiler des tourbes encore trop humides, on réduit les dimensions des piles. On fait ce que les tourbiers appellent des *pilons*, de 6 pieds de largeur, 22 pieds de longueur, 3 pieds de hauteur, 18 pouces de comble.

« **De la couverture des piles.**

« Quand les piles de tourbes doivent rester sur le pré pendant quelque temps, et surtout lorsqu'elles ont à y passer l'hiver, ou même seulement une partie de l'automne, il faut les couvrir, si on ne veut pas perdre le fruit de ses travaux.

« La pluie ou les brouillards déposent de l'humidité dans les piles; elles se tourmentent et finissent par s'écrouler. Les tourbes se délitent, se brisent, s'affaissent, et on n'a plus que des fragments ou un monceau de poussière. L'effet des gelées surtout est ruineux pour ceux qui y laissent les tourbes exposées; il faut donc les couvrir pour éviter ces pertes.

« On emploie de *grands roseaux* pour couvrir les muraillements tout autour, et de la *litière* ou du *chaume* pour le comble, qu'on recharge, en outre, de gazons placés de distance en distance, afin de l'assurer contre les vents. Cette opération est dispendieuse; il faut pour chaque pile de 10 à 12 bottes de roseaux, et de 28 à 30 bottes de litière; mais lorsque l'opération est faite avec soin, et qu'on les ménage en découvrant les piles, les mêmes roseaux et la même litière peuvent servir pour deux ou trois campagnes, sans grand déchet.

« C'est une fausse économie que de vouloir ménager la litière sur les piles, quand on en fait la couverture, parce que l'eau pénètre, et on perd alors les frais de couverture et la tourbe.

« Il faut avoir attention à ce que les piles soient placées à l'abri des inondations, et même à ce que leur pied ne soit pas humide.

De l'enlèvement et du transport des tourbes.

« Lorsqu'on veut enlever les tourbes, on commence par découvrir les piles, ce qui doit se faire avec précaution. On ne doit entamer des piles que celles qu'on enlèvera en totalité, et si on s'aperçoit que quelques parties des piles aient reçu de l'humidité, il convient de remettre ces tourbes en lanternes ou reules ; autrement elles se pulvériseraient dans le transport.

« Le meilleur moyen de transport pour les tourbes, quand on ne peut pas les porter à la manne, de la pile à un bateau, c'est d'avoir des charrettes garnies en planches, et dont le fond s'ouvre en deux parties pour décharger les tourbes.

« On les transporte aussi dans des sacs ; mais c'est une dépense assez considérable, et il est à observer que le moins de remuement possible est le mieux, afin d'éviter un trop grand déchet de tourbes réduites en poussière. »

CHAPITRE III.

MODES DIVERS D'EMPLOI DE LA TOURBE NON CARBONISÉE.

De quelques préparations de la tourbe, indépendamment de sa carbonisation.— Fourneau de dessiccation de Kœnigsbrunn.

La tourbe moulée ou façonnée en briques et simplement séchée à l'air ou au soleil, est employée comme combustible dans beaucoup de pays. La combustion de ces briques a souvent quelque peine à s'établir, mais une fois commencée, elle continue tranquillement en donnant beaucoup de flamme. On reproche à ce combustible l'odeur très désagréable qu'il exhale, et qui en limite considérablement l'emploi dans l'économie domestique. Ce défaut peut être corrigé jusqu'à un certain point par une construction bien entendue des fourneaux de chauffage.

Dans les pays abondamment pourvus de bois, le chauffage à la tourbe est donc abandonné presque exclusivement aux classes pauvres ; mais ce combustible est encore fort recherché par nombre de fabricants, qui le trouvent fort avantageux, même par com-

paraison avec le bois. On l'applique avec beaucoup de succès, notamment aux évaporations, à la cuisson de la chaux, des briques, des tuiles, et même des poteries vernissées ; quelquefois en achevant la cuisson avec un mélange de bois. On admet en général que de tous les combustibles, la tourbe est celui qui procure la température la plus égale et la plus constante. Ce qu'il y a de positif, c'est qu'une fois allumée, elle brûle sans avoir besoin d'être attisée comme la houille, et sans lancer des coups de feu inconstants comme le bois.

De quelques préparations de la tourbe, indépendamment de sa carbonisation.

Nous avons déjà dit plus haut, que la tourbe simplement séchée à l'air est encore loin d'être parvenue à un état de dessiccation et de compacité qui la rende propre à produire une haute température. Dans le cas d'ailleurs où il est utile de la transporter au loin pour en faire usage, il devient très important d'en diminuer le poids, et l'on a vu qu'une exposition soutenue à une température qui excède peu 100 degrés réduit ce poids dans le rapport de 30 à 18, et l'encombrement dans la même proportion.

Fourneaux de Kœnigsbrunn.

Nous croyons donc utile de faire connaître le procédé de dessiccation forcé pratiqué à l'usine de Kœnigsbrunn, et dont MM. V. Regnault et Sauvage ont consigné la description dans les annales des mines.

Ces messieurs avertissent qu'avant l'adoption du procédé de dessiccation à chaud, on avait infructueusement tenté, dans la même usine, le mode de compression à bras pratiqué sur les briques de tourbe, et qui devait augmenter leur compacité en même temps qu'il procurerait l'expulsion de l'eau surabondante. Mais cette très puissante compression devenait trop dispendieuse, ne pouvant être exercée à la fois que sur de faibles quantités de tourbe, sans même qu'il fût possible de propager l'effet jusqu'au centre des briques.

Voici la description du fourneau de dessiccation :

Ce fourneau est constamment maintenu à une température de quelques degrés supérieure à celle de l'eau bouillante.

Il consiste en une vaste chambre dans laquelle les tourbes sont

exposées; on y pénètre par une porte. Le sol de cette chambre est formé par une plaque en fonte échauffée en dessous par un foyer pratiqué à cet effet.

Le mur qui forme le fond de la chambre de dessiccation est percé d'un grand nombre d'ouvertures qui le mettent entièrement à jour. Les ouvertures ne commencent qu'à 2 pieds environ du sol; elles ont été pratiquées dans le mur au moyen de l'écartement des briques d'une quantité égale à la longueur que l'on voulait donner aux ouvertures.

L'air chauffé qui provient du foyer inférieur, après avoir léché le dessous de la plaque de fonte, passe dans un tuyau recourbé placé très près du mur percé à jour. Ce tuyau, après s'être recourbé en siphon dans le haut, traverse le mur et se dégage à l'extérieur.

La chambre de dessiccation à 12 pieds de haut, 8 pieds de large et 9 pieds de profondeur.

Les pains de tourbe préalablement desséchés à l'air ne sont pa placés immédiatement sur la plaque de fonte, parce que la tem pérature qu'acquiert cette plaque est trop considérable et pourrait occasionner l'inflammation de la tourbe. On place d'abord sur la fonte, des bancs ou tréteaux en bois de 1 pied de hauteur environ; sur ceux-ci on étend des planches, et par-dessus les planches on jette la tourbe pêle-mêle. De distance en distance on interpose dans la tourbe des canaux en bois formés par des lattes qui laissent entre elles des intervalles. Ces canaux augmentent les vides de la masse et servent à la conduite de l'air échauffé à travers toutes ses parties.

La dessiccation s'opère au moyen d'un courant d'air déterminé par des ouvreaux placés dans les parois de la chambre. L'air froid entre par des ouvreaux placés dans une des parois de la chambre. L'air froid entre par des ouvreaux placés tout à fait au bas de la chambre et contre la plaque de fonte qui en forme la sole. Cet air pénètre ainsi dans la partie la plus chaude de la chambre, s'y échauffe, traverse toute la masse de la tourbe, et après s'être saturé d'humidité, il passe par les ouvertures de la paroi à jour opposée. L'espace, qui est toujours maintenu à une haute température par le tuyau, contribue beaucoup à accéler le tirage. L'air humide traverse ensuite la paroi par des ouvreaux pratiqués tout en haut et se dégage dans l'atmosphère.

On chauffe avec des débris de tourbe qui n'ont sur place aucune

valeur. La grille du foyer a 2 pieds 1/2 de profondeur sur 1 pied 1/2 de largeur. Le four contient 11,500 morceaux de tourbe environ, et cette quantité exige pour sa dessiccation complète, 9 à 10 jours de chauffe. On reconnaît que cette dessiccation est arrivée à son dernier terme possible, quand il ne se dépose plus aucune humidité sur la porte en tôle qui ferme le four. La consommation de débris de houille, pour cette chauffe, est d'environ 2m757 cubes; la chambre contenait entre 650 à 700 pieds cubes de tourbe. La consommation de combustible pour la dessiccation est donc à la tourbe desséchée, dans le rapport approché de 1 : 9.

Les briques de tourbe, dans cette opération, acquièrent beaucoup de compacité, et diminuent en volume de plus de 40 pour cent. Le seul inconvénient qu'il y ait à redouter, c'est qu'exposées pendant quelque temps à un air humide, elles s'en saturent de nouveau presque complétement.

CHAPITRE IV.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET COMPOSITION CHIMIQUE DE LA TOURBE.

Propriétés physiques. — Pesanteur de la tourbe, très variable. — Composition chimique de la tourbe. — Produits de la distillation à vases clos.

Propriétés physiques.

D'après la composition chimique de la tourbe, dont il sera question bientôt, on pourrait être tenté de croire que cette substance diffère peu du bois; mais les essais de Klaproth ne laissent pas douter un seul instant que la presque totalité de ses parties combustibles ne soit véritablement de l'*ulmine;* c'est encore ce qui résulte des expériences plus récentes de M. Braconnot sur les tourbes françaises. Cette ulmine est vraisemblablement en partie à l'état d'ulminate de chaux, du moins dans la tourbe ordinaire. Presque toute la matière combustible de la tourbe en est extraite par les alcalis caustiques en dissolution froide, et il en résulte des dissolutions brunes d'ulminate alcalins.

La tourbe séchée à l'air est encore loin d'être parvenue à une

complète dessiccation ; prise dans ce dernier état, elle perd encore près de la moitié de son poids quand on l'expose à une température un peu supérieure à celle de l'eau bouillante. Dans une expérience faite avec beaucoup de soin, on a trouvé que 30 quintaux de cette tourbe, ayant été placés dans un four échauffé à cent et quelques degrés, se sont réduits à 18 quintaux, et en perdant de leur volume dans la même proportion.

Une tourbe de Kœnigsbrunn, dans le Wurtemberg, réputée de qualité supérieure, essayée par la fonte de la litharge, a fourni 14,3 de plomb, ce qui lui donne en charbon une valeur de 0,43.

Pesanteur de la tourbe.

La pesanteur des tourbes simplement desséchées est extrêmement variable, selon les lieux d'extraction. Des nombreuses expériences qui ont été faites en divers pays pour la constater, on peut déduire cinq *moyennes* prises sur de nombreuses variétés de ce combustible ; elles sont représentées par les chiffres suivants, qui indiquent le poids du stère de tourbe desséchée au soleil : 1° 580 kil. ; 2° 465 kil. ; 3° 360 kil. ; 4° 252 kil. ; 5° 176 kil.

Composition chimique. — Produits de la distillation à vases clos.

Pour comprendre quelles sont les circonstances qui conviennent le mieux à l'emploi de la tourbe, il est utile de prendre une idée nette de sa composition. Par la distillation elle donne les mêmes produits que le bois, mais en proportions différentes. Klaproth a obtenu de la tourbe du comté de Mansfeld :

1° produits solides 40,5	20,0	charbon.
	2,5	sulfate de chaux.
	1,0	péroxyde de fer.
	0,5	alumine.
	4,0	chaux.
	12,5	sable siliceux.
2° produits liquides 42,0	12 0	eau chargée d'acide pyroligneux.
	30,0	huile empyreumatique, brune, cristallisable.
3° produits gazeux 17,5	5,0	acide carbonique.
	12,5	oxyde de carbone et hydrogène carboné.
	100,0	

Joignons à ces produits de l'acétate d'ammoniaque en quantité faible, mais très notable dans certaines tourbes ; l'origine de cette ammoniaque peut être attribuée à quelques débris des animaux qui vivaient dans les marais à tourbes.

Les cendres sont un peu alcalines, mais c'est la chaux et non point la potasse qui leur communique cette propriété. Du reste, les rapports que cette analyse indique doivent varier singulièrement à raison de la nature des tourbes et de leur origine. On voit toutefois qu'abstraction faite des 20 parties de cendres qui sont dues ici au mélange du limon des marais où la tourbe s'est formée, les 80 parties de matière combustible laissent à peu près autant de charbon que le bois lui-même. La principale différence résulte de la quantité plus considérable de matière huileuse que la tourbe fournit ; mais au surplus cette différence ne se soutient pas dans toutes les tourbes.

La tourbe de bonne qualité donne autant de chaleur que le bois à poids égaux, c'est-à-dire environ moitié moins que la bonne houille. M. Péclet croit avoir constaté dans la tourbe une chaleur rayonnante plus grande que celle qui est dégagée pendant la combustion du bois.

CHAPITRE V.

PROCÉDÉS DE LA CARBONISATION DE LA TOURBE.

Avantages de la carbonisation de la tourbe. — Carbonisation en meules. — Fourneau de carbonisation inférieur au sol. — Fourneau supérieur au sol. — Carbonisation par distillation.— Description de plusieurs fourneaux.— Détails sur l'enfournement des tourbes, la conduite du feu et le défournement.

La plupart des inconvénients que l'on reproche à la tourbe disparaissent quand elle a été carbonisée. Le charbon qu'on en retire devient propre à une foule d'usages pour lesquels la tourbe en nature ne l'est pas, c'est-à-dire le chauffage des appartements, et même plusieurs travaux métallurgiques, comme on l'a vu ci-devant. D'après ce que nous avons dit sur les produits qu'elle fournit à la diistillation, il est évident qu'un grand nombre

des procédés de la carbonisation du bois peuvent également s'appliquer à la tourbe. Cependant le procédé des meules y réussit assez mal. La tourbe, en se carbonisant, prend un retrait trop considérable. Les masses s'affaissent, et il se forme des crevasses tellement nombreuses sur la chemise, qu'une partie notable de la tourbe brûle en pure perte. Quelque défectueuse que soit cette méthode, c'est, quoi qu'il en soit, celle qui est encore en usage dans presque toutes les contrées du nord. Mais les procédés que nous allons décrire et qui ont déjà été pratiqués avec beaucoup de succès dans diverses localités, méritent incontestablement la préférence.

Divers procédés peuvent être mis en usage pour la carbonisation de la tourbe, mais c'est principalement ceux imaginés pour la carbonisation du bois qui sont ici applicables.

Le premier consisterait dans l'emploi des abris. Ce sont tantôt des paravents en osier, très faciles à transporter, et destinés à mettre la meule à l'abri des vents qui excitent une combustion trop rapide et inégale dans son intérieur, en détruisant ainsi en pure perte une portion notable de la tourbe. Ces paravents sont disposés de manière à former un hangar autour de la meule, en laissant entre deux paravents un intervalle de quelques pieds. Ce hangar est ouvert à son sommet pour donner issue à la fumée et aux gaz. Sur un de ses flancs il présente une autre ouverture qui se ferme par un rideau de toile; c'est par cette porte que l'ouvrier entre et sort.

On juge bien qu'avec cet appareil, le goudron ni l'acide pyroligueux ne peuvent être recueillis.

Un principe qui paraît fort juste, c'est que si l'on rend la carbonisation plus rapide sans augmenter l'affluence de l'air dans la meule, il y aura moins de tourbe consumée à perte. Il n'est pas moins certain que le sol terreux est mauvais conducteur du calorique et transmet difficilement la haute température du centre vers la circonférence. Ces deux points de vue ont déterminé l'emploi d'un appareil dans lequel le sol doit être recouvert d'une surface de tôle.

A cet effet, il convient de creuser une fosse de 4 à 5 décimètres de profondeur, et de lui donner un diamètre égal à celui que doit avoir la base du fourneau. Cette fosse est recouverte de feuilles de tôle rivées les unes sur autres en leurs bords, et supportées sur un châssis de quelques barreaux en fer; on a soin de bien

luter les parties qui ne seraient pas suffisamment jointes. Le dessous de la tôle devant servir de foyer, on y place deux ou trois fagots de brindilles. Pour les très grandes meules, on remplacerait avec avantage la tôle par des plaques de fonte assemblées avec des feuillures et des rivets.

Sur ce plancher métallique, on prépare le fourneau de la même manière que dans le procédé le plus généralement usité, c'est-à-dire qu'un prisme triangulaire composé de mottes de tourbes couchées bout à bout les unes contre les autres, forme le noyau autour duquel on dresse les tourbes dont l'assemblage et la masse doivent figurer un cône tronqué; mais ce prisme, qui dans les fourneaux ordinaires fait fonction de cheminée, ne remplit pas ici le même but.

Le fourneau ainsi disposé, et devant avoir pour base une surface égale à celle que présentent les plaques métalliques, on le recouvre de feuilles et d'une légère couche de fraisil (menu charbon de tourbe) mêlé de terre.

Outre l'ouverture qui donne accès à l'air dans la fosse qui sert de foyer, on ménage trois soupiraux communiquant de l'intérieur de la fosse au dehors du fourneau ; l'un de ces soupiraux est directement opposé à l'ouverture principale, et les deux autres sont à égale distance du premier et de cette ouverture. On brûle successivement cinq ou six fagots de brindilles sous les plaques métalliques, et en moins d'une heure la combustion se manifeste dans toute la masse de tourbe. Alors on ferme toutes les issues de la fosse, et on perce successivement de bas en haut des trouées dans l'enveloppe de fraisil et de terre dont la meule est recouverte. On a d'ailleurs un soin attentif de boucher les issues qui tirent trop et d'ouvrir celles qui sont paresseuses, afin d'égaliser le plus possible la combustion.

On a récemment introduit, en Amérique, pour la carbonisation du bois, un perfectionnement qui peut recevoir une utile application dans la carbonisation de la tourbe. Dans toute carbonisation il est de nécessité, sans doute, qu'une partie plus ou moins grande du combustible brûle à perte, mais on peut faire porter cette combustion indispensable sur des matières de moindre valeur que la tourbe en mottes entières. C'est ce qu'on réalisera dans cette méthode, qui ne diffère du procédé ordinaire des meules qu'en ce qu'on introduit entre les mottes, de la menuise de tourbe, dont

malheureusement on est toujours trop abondamment pourvu. La marche de l'opération est la même, mais le poussier en se brûlant préserve les mottes entières, et doit d'ailleurs, en vertu de sa plus facile combustion, rendre la carbonisation plus rapide.

Mais ces procédés restent toujours incomplets, puisqu'ils ne permettent pas de recueillir tous les produits utiles de l'opération. Il n'en est pas de même des suivants, qui ont pour but de produire à la vérité du charbon comme objet essentiel du travail, mais dans lesquels les produits accessoires ne sont pas perdus.

Trois systèmes se font ici remarquer pour la disposition du fourneau.

Le procédé ordinaire de la carbonisation par distillation, exige des appareils coûteux, et d'ailleurs, ces appareils ne peuvent avoir que d'assez faibles capacités. Ces deux circonstances en proscrivent l'emploi pour la fabrication du charbon de tourbe.

Le premier procédé proposé est fondé sur le principe des *abris;* la construction du fourneau et la conduite du feu sont absolument les mêmes que dans le procédé des *meules;* il faut seulement y ajouter une enveloppe continue, qui, aux avantages des abris ordinaires, réunit celui de pouvoir recueillir les produits accessoires de la carbonisation dans des appareils réfrigérants. Ce procédé est d'ailleurs rendu économique, simple et peu dispendieux d'établissement, puisque toutes les pièces de l'appareil sont aisément transportables, d'une construction facile, et que les matériaux qui les composent se trouvent partout. (*V*. pl. 4e, fig. 6 et 7.)

Pour former un abri de 30 pieds de diamètre à sa base, 10 pieds à son sommet et 8 à 9 pieds de hauteur, on assemble, en bois de 2 pouces d'équarrissage, des châssis de 12 pieds de long, 3 de large d'un bout et 1 pied de l'autre. Les montants A B et C D de ces châssis sont munis de trois poignées en bois, à l'aide desquelles on peut les réunir; il suffit pour cela de passer dans deux poignées contiguës une cheville en fer ou en bois. Les châssis sont garnis de clayonnages d'osier et enduits d'un mortier de terre mêlée d'herbes hachées.

Un couvercle plat de 10 pieds de diamètre, formé de planches bien jointes et maintenues par quatre traverses, forme le sommet du cône. Il est muni de deux trappes destinées à livrer passage à la première fumée au commencement de l'opération. Un trou triangulaire P, pratiqué sur le même couvercle, reçoit un conduit formé de trois planches, et destiné à conduire les gaz et les liqui-

des condensés dans les tonneaux. Enfin une porte T, que l'on ouvre et ferme à volonté, permet au charbonnier de visiter son feu.

En enduisant de craie ou de terre crayeuse les parois intérieures de tout le clayonnage en osier, on obtiendra directement, si on le désire, de l'acétate de chaux.

Un second procédé, qui n'est dans le fait que l'emploi, avec perfectionnement cependant de l'appareil de M. Baillet, que nous avons ci-devant fait connaître dans le traité de l'éclairage, consiste à creuser en terre ou à élever sur le terrain des cylindres de terre battue ou de gazon, à y pratiquer des évents qui, pour les fourneaux souterrains, partent de la surface et aboutissent au fond, et, pour les autres, vont seulement de dehors en dedans vers la base de ces fourneaux, en traversant l'épaisseur des murailles. Nous allons faire connaître successivement ces deux genres de construction.

Fig. 8. Fourneau souterrain, représenté moitié en plan et moitié en élévation, à vue d'oiseau.

Fig. 9. Coupe du même fourneau suivant la ligne A B. L'ensemble de ces figures montre les objets suivants : A, moitié du plan du niveau du remblayage du fond ; B, moitié de l'élévation à vue d'oiseau ; C, demi-coupe sur la cheminée ; D, demi-coupe sur les courants d'air ; E, remblayage du fond qui doit être fait en terre à potier ; G, ouvreaux des courants d'air formés en briques ; F, évents pratiqués dans le terrain pour former des courants d'air ; H, caisse en brique et tuyau conducteur des fumées ; I, entourage en brique sur lesquels doit poser le couvercle.

Fig. 10. Fourneau construit au-dessus du sol, représenté moitié en plan et moitié en élévation, à vue d'oiseau.

Fig. 11. Coupe du même fourneau sur la cheminée et les courants d'air.

On distingue les objets suivants dans l'ensemble de ces figures : L, moitié du plan de ce fourneau au niveau du remblayage du fond ; M, moitié de l'élévation à vue d'oiseau ; N, perche plantée en terre pour soutenir la partie de la caisse qui dépasse le fourneau : il en faut deux semblables réunies par une traverse.

Fig. 12. Chapeau ou couvercle en tôle ; *a*, soupirail pour la mise à feu ; *b*, *b*, soupiraux pour donner issue aux premières fumées et pour régulariser le feu.

Les tuyaux à courant d'air sont des tubes de terre de deux pouces de diamètre. Ces tuyaux, soit en dehors, soit en dedans

du fourneau, aboutissent à des cavités en brique. Une couronne en brique forme le limbe du fourneau et sert à supporter le chapeau de tôle. Les fourneaux souterrains consistent d'ailleurs en une simple fosse de dix pieds de diamètre sur neuf de profondeur, dont on répare de temps en temps les parois avec de la terre à potier légèrement humectée et battue jusqu'au niveau des évents, c'est-à-dire à six pouces de hauteur, en donnant un peu de convexité à cette aire.

A neuf pouces au-dessous du bord est pratiqué un trou rempli par un tuyau en terre cuite de neuf pouces de diamètre. Celui-ci est un peu incliné vers l'intérieur du fourneau, et aboutit à une caisse carrée de dix-huit pouces de long sur un pied de large et quinze pouces de hauteur, construite en briques sur le terrain et ouverte par le haut. Cette caisse porte une gorge qui reçoit une plaque de tôle destinée à la fermer. L'acide et le goudron qui pourraient obstruer le passage s'écoulent par une ouverture percée à deux ou trois pouces au-dessus du fond de la caisse, et bouchée à volonté. Cette caisse est surtout nécessaire lorsqu'on fait servir le même appareil de condensation pour deux fourneaux; il suffit de la remplir avec de la terre, pendant que le fourneau se refroidit, et alors les fumées du fourneau voisin ne peuvent y pénétrer. De cette caisse partent des tuyaux verticaux en tôle ou en terre cuite, qui s'élèvent à environ quatre pieds et demi, et se prolongent horizontalement, ou légèrement inclinés jusqu'à quinze pieds du fourneau. A cette distance, il n'y a plus à craindre que le feu prenne; le reste de l'appareil peut être en bois, et le condensateur peut se placer à ce point.

Le couvercle ou chapeau en fer est la partie la plus essentielle et en même temps la plus coûteuse de l'appareil; il est formé de plaques de tôle, consolidées par un cercle de fer plat, et par des bandes mises de champ, qui maintiennent la surface supérieure. Ce chapeau, dont la forme doit être légèrement bombée, pèse de 250 à 275 kil. On lui donne dix pieds six pouces de diamètre, afin qu'il porte de trois pouces sur les bords du fourneau; il doit être assez solide pour ne pas s'affaisser quand on marche dessus. Au milieu, on pratique un trou de neuf pouces de diamètre, garni d'un collet et fermé par un bouchon en fer; quatre ouvertures semblables, mais de quatre pouces seulement de diamètre, sont pratiquées à un pied du bord du couvercle.

Ce couvercle se manœuvre très aisément au moyen de deux

leviers en fer et de quelques rouleaux en bois ayant douze pieds de longueur, pour qu'ils puissent traverser le fourneau et poser sur le terrain.

Pour construire les fours élevés au-dessus du sol, il faut d'abord tracer sur le terrain deux cercles concentriques, l'un de quatre pieds six pouces de rayon, l'autre de huit pieds six pouces. L'espace de quatre pieds, est ménagé entre eux, et sert de base pour la muraille de gazon à construire. On élève celle-ci par assises, ayant soin de battre chaque couche de gazon, afin d'en lier les parties sur toute l'épaisseur; sa hauteur est de neuf pieds. En donnant six pouces de talus à l'extérieur, et en évasant le fourneau de six pouces, de manière qu'il ait dix pieds d'ouverture, la muraille aura sur le haut du fourneau trois pieds d'épaisseur. Le bord intérieur du fourneau doit être garni sur toute sa circonférence d'une rangée de briques posées à plat.

Les évents de ces fourneaux de gazon, sont au nombre de huit, pratiqués à six pouces au-dessus du sol naturel, et au niveau du sol intérieur élevé par un remblai; ils sont garnis de tuyaux de poterie ou de briques.

Le chapeau en fer est le même que pour les fourneaux souterrains; à cette différence seulement qu'il faut le munir de trois anneaux pour recevoir une triple chaîne, qui est attachée au bout d'une grue tournante et à bascule, laquelle sert à le soulever et à le replacer; au moyen de cette même grue, on peut aussi enlever les paniers pleins de charbon, lors du défournement.

Les tuyaux de ces fourneaux sont les mêmes que ceux des fourneaux souterrains, avec cette différence qu'ils vont en descendant jusqu'à la première caisse, qui n'a pas besoin d'être aussi grande, et continuent depuis cette caisse, toujours en descendant, jusqu'à la première pièce de l'appareil condensateur. Dans l'une et l'autre espèce de ces deux fourneaux, l'appareil condensateur peut être formé d'une série de futailles que la fumée est forcée de traverser avant de se rendre dans une cheminée où l'on fait un peu de feu afin de rappeler et d'établir un tirage convenable.

Avant de mettre le fourneau en activité, il faut soigneusement l'assécher en y faisant un feu de broussailles ou de copeaux; cette opération préalable étant terminée, on procède au chargement de la manière suivante:

On plante au centre de l'aire un poteau de quatre pouces de diamètre et de la même hauteur que l'axe du fourneau ; on fait légèrement enfoncer ce poteau dans le sol, et on le maintient verticalement en l'entourant au pied avec environ un demi-hectolitre de fraisil de charbon de tourbe. On choisit les mottes de tourbe les plus entières et les plus solides, et on en forme entre les évents, des rayons horizontaux, mais qui ne doivent ni s'appuyer contre le poteau ni contre les parois du four. L'intervalle ménagé entre ces rayons, qui doit être de quatre à cinq pouces au centre, et de seize à dix-huit vers la circonférence, forme autant de courants d'air partant des évents et aboutissant au centre du fourneau. Sur ces rayons, on pose une première couche de mottes qui vient s'appuyer contre le poteau. Cette couche en reçoit successivement d'autres jusqu'à ce que le fourneau soit entièrement chargé, avec la précaution de remplir les vides, surtout vers la circonférence.

Le fourneau étant totalement chargé, on enlève le poteau du centre, on place le couvercle du fourneau, on ouvre les cinq soupiraux, et on recouvre le couvercle d'une épaisseur d'environ deux pouces de terre ou de sable sec, afin qu'il y ait le moins de condensation possible des vapeurs dans l'intérieur du fourneau ; on ouvre également tous les évents latéraux.

On a eu soin d'allumer de la braise à côté du fourneau ; on la verse tout incandescente, et au moyen d'un grand entonnoir en fer, par le trou central du chapeau, elle tombe dans l'espèce de cheminée ménagée au milieu de la masse ; arrivée au fond du fourneau, elle embrase le fraisil ou le menu bois très sec qu'on avait placé alentour du poteau, à son pied. Afin que la flamme se distribue également vers les bords du fourneau, il faut boucher hermétiquement l'orifice central du chapeau, dont on lute le bouchon avec de la terre à potier humectée. On laisse pendant quelque temps l'embrasement se propager ; mais aussitôt qu'on s'aperçoit que la flamme a acquis une couleur blanchâtre et forme des nuages, on ferme en partie les soupiraux du couvercle et on diminue aussi les ouvertures des évents, afin de laisser très peu d'accès à l'air. On dirige ensuite l'opération suivant le plus ou moins de développement des fumées ; il vient un moment où il faut complétement boucher tous les soupiraux.

Si l'abondance des vapeurs aqueuses était telle que la cheminée extérieure placée au bout du condensateur ne pût plus suffire

à un bon tirage, il vaudrait mieux perdre un peu d'acide et laisser échapper quelques vapeurs par les soupiraux du chapeau, plutôt que de voir l'opération se ralentir et peut-être le feu s'éteindre. Cette surabondance des vapeurs se manifeste toujours par leur refoulement dans les évents. Pour obvier à la perte qui en résulte, on peut pratiquer au haut du fourneau deux ouvertures au lieu d'une ; la seconde serait disposée de manière qu'elle pût se fermer à volonté, et il faudrait la munir de tuyaux conducteurs qui se rendraient à un second condensateur.

Quand on ne veut pas recueillir d'acide, on laisse échapper les vapeurs par tous les soupiraux du couvercle.

Quand, au moyen d'une sonde à cuiller, l'on s'est assuré, en retirant quelques mottes, que la carbonisation est complète; quand d'ailleurs, par la nature et la couleur des rares fumées qui se manifestent encore sur la fin de l'opération, on juge que celle-ci est près de finir, on donne ce qu'on appelle le *coup de force*, c'est-à-dire, qu'à l'exception de l'orifice central du chapeau, on ouvre toutes les ouvertures et les évents : à ce moment il se produit un dégagement de l'hydrogène qui n'avait pu être évacué en totalité. Si on n'effectuait pas ce dégagement, le charbon conserverait une teinte rougeâtre qui pourrait nuire à la vente.

Lorsqu'on voit ensuite, à travers les soupiraux, la surface du charbon devenir incandescente, il faut procéder à la suffocation, en bouchant hermétiquement et avec beaucoup de soin toutes les issues. On enlève la terre ou le sable qui était sur le couvercle, et on le badigeonne au pinceau avec de la terre délayée dans de l'eau. Pour clore les soupiraux du couvercle, on y introduit des bouchetons de tôle, et on les coiffe de manchons de tôle ou de terre cuite d'un plus grand diamètre et d'une plus grande hauteur que les collets, et on les emplit avec la terre enlevée de dessus le chapeau.

Afin d'écarter tout risque d'une réinflammation du charbon, il faut bien s'assurer du complet refroidissement de la masse avant que d'enlever le chapeau pour procéder au défournement.

Quand le fourneau a été vidé, on le recharge et on s'occupe à en vider un autre.

La dépense de construction des fourneaux que nous venons de décrire, et dans les dimensions ci-dessus établies, peut s'évaluer, pour les circonstances les plus ordinaires, de 5 à 6 cents francs; dans ce prix le chapeau entre au moins pour les trois quarts.

CHAPITRE VI.

DOCUMENTS DIVERS.

Observations et renseignements servant à constater le rendement de la tourbe en charbon ainsi qu'en produits volatils susceptibles de condensation, etc., etc., et usages industriels et économiques de tous ces produits charbonneux, huileux et salins.

Rapport de l'ingénieur en chef Blavier. — Produits volatils de la tourbe condensés. — Savons métalliques et terreux formés avec la liqueur de tourbe distillée. — Liqueur de tourbe, traitée par le sel marin pour obtenir du sel ammoniac. — Historique de la carbonisation des tourbes. — Fourneaux de carbonisation de Villeroy. — Fourneaux de M. Carnolle. — Procédé de M. Frémin. — Procédé de M. Thorin. — Rapport des commissaires sur le procédé de M. Thorin et sur les produits de son fourneau. — Résultats des essais faits par les commissaires Besson et Liégeon pour constater la valeur du charbon de tourbe. — Comparaison de la valeur des divers combustibles au point de vue de leurs propriétés calorifiantes.

« L'utilité du charbon de tourbe est bien reconnue aujourd'hui dans tous les usages domestiques, et pour les opérations de pharmacie et de chimie. M. Giroud et moi nous avons chauffé et soudé avec ce charbon deux barres de fer de 18 lignes d'épaisseur; nous avons également fait forger deux canons de fusil dans l'atelier des invalides, et enfin nous avons fait corroyer et tirer de l'acier de la fabrique de Soupe, à l'atelier de M. Régnier : tous ces faits sont constatés par des procès-verbaux qui existent à l'agence des mines. L'intensité de chaleur que produit ce charbon est intermédiaire entre celle du charbon de terre et celle du charbon de bois; en le mélangeant dans certaines proportions avec l'un ou

avec l'autre, il n'est pas impossible d'atteindre à une *chaude* égale ; enfin, lorsqu'on veut avoir un feu soutenu, et dont l'activité ne soit pas aussi forte que celle du charbon de bois, on peut alors se servir du charbon de tourbe avec une économie de 3 à 1 ; c'est ainsi qu'on pourrait employer avantageusement ce nouveau combustible, ou pour recuire les canons de fusil, ou pour la fonte des alliages métalliques durs ; car dans ces différents cas il ne faut pas un grand feu, il suffit qu'il soit continué longtemps et d'une manière égale. »

(*Rapport de M. l'Ingénieur en chef* Blavier.)

Produits volatils de la tourbe condensés.

« La charbonisation de la tourbe, opérée par distillation, produit environ une demi-pinte, par pied cube de tourbe, de la liqueur dont nous allons donner l'analyse.

« La quantité de ce produit varie en plus ou en moins, suivant le degré de sécheresse ou d'humidité de la tourbe charbonisée par distillation.

« Cette liqueur est de couleur jaune foncé, tirant au brun ; elle exhale une forte odeur d'huile empyreumatique assez fétide ; elle s'épaissit à l'air, s'y réduit en consistance de goudron ; à mesure qu'elle s'épaissit par l'évaporation de l'eau et la volatilisation de son principe odorant, elle perd sa solubilité dans l'eau ; et quand elle a acquis la consistance de goudron, elle est tout à fait insoluble dans ce fluide, auquel le goudron de tourbe ne communique plus seulement qu'une teinte brune jaunâtre.

« Cette liqueur de tourbe, qui est un *savonule ammoniacal*, étant versée sur de la chaux vive, laisse dégager en abondance l'ammoniaque ou alcali volatil.

« La dissolution de Baryte, versée dans la liqueur de tourbe, y forme un précipité de sulfate de Baryte, ce qui indique que cette liqueur contient aussi du *sulfate d'ammoniaque*.

« L'acide sulfurique, versé dans cette liqueur, y forme un précipité brun, qui est l'huile bitumineuse séparée de l'ammoniaque, et rendue concrète par l'acide sulfurique en excès.

« L'acide muriatique oxygéné (le chlore) très étendu d'eau, et versé en petite quantité dans la liqueur de tourbe, détruit rapidement son odeur fétide, sans y occasionner de précipité. L'ammoniaque, dans ce cas, reste combiné avec l'huile ; la couleur du *sa-*

vonule n'est point changée, et il conserve l'odeur du goudron végétal ordinaire. »

Savons métalliques et terreux, formés avec la liqueur de tourbe distillée.

« Nous avons employé, pour faire ces savons, le procédé indiqué par Berthollet, pour la formation prompte des savons métalliques.

« La dissolution de sulfate de fer ou couperose verte du commerce, versée dans la liqueur de tourbe, y produit un précipité couleur *rouge de vin foncé*, qui reste suspendu dans la liqueur : celle-ci devient à l'instant savonneuse et très mousseuse.

« Dans cette expérience, l'acide sulfurique du sulfate de fer se combine à l'alcali volatil du savonule ammoniacal; l'huile devenue libre se combine avec l'oxyde de fer, et forme avec lui un savon martial.

« Le sulfate de cuivre ou vitriol bleu, mêlé avec la liqueur de tourbe, présente des phénomènes analogues. L'oxyde de cuivre se combine à l'huile empyreumatique, et forme avec elle un savon de cuivre, dont la couleur est le gris brun.

« Le sulfate de zinc, et la liqueur de tourbe ou savonule ammoniacal, s'unissent aussi très bien. Il résulte de cette combinaison du sulfate d'ammoniaque et un savon de zinc qui se précipite au fond du vase : ce savon est de couleur pourpre violacée, un peu brun. »

(On sait que ces savons métalliques ont été proposés avec raison, par M. Berthollet, pour remplacer, à peu de frais et sans danger pour la santé des ouvriers, les couleurs broyées à l'huile de lin.)

« Tous les savons métalliques ou terreux, obtenus par la combinaison de l'huile de tourbe avec les bases insolubles, retiennent l'odeur forte de la liqueur de tourbe ; mais ils perdent totalement cette odeur quand on y ajoute un peu d'acide muriatique oxygéné (chlore) très étendu d'eau. Au moyen de cette addition, ces savons ne conservent plus qu'une légère odeur de goudron végétal, qui n'a rien de désagréable.

Liqueur de tourbe, avec sel marin, dans la vue de fabriquer du sel ammoniac.

« Nous avons fait dissoudre 4 onces de sel marin pur, dans une pinte de liqueur de tourbe distillée au savonule ammoniacal. Cette dissolution a été évaporée jusqu'à siccité, et on a charbonisé complétement le bitume que laisse l'eau de tourbe après son évaporation.

« Ce produit pesait 4 onces; il a été mis dans une petite terrine de fer, surmontée d'un dôme en terre, avec une allonge. Cet appareil, placé sur un fourneau, a été chauffé au rouge; il s'est sublimé dans l'allonge du muriate d'ammoniaque (sel ammoniac du commerce), que l'on peut tirer de la liqueur de tourbe, par l'intermède du sel marin, du muriate de chaux, de magnésie, et de tous les autres muriates.

« Nous pensons que le savonule d'ammoniaque, retiré en grand par la carbonisation de la tourbe, peut fournir à une fabrication importante de sel ammoniac. »

(*Rapport de M. Alexandre* Giroud, *ingénieur des Mines.*)

Historique de la conversion de la tourbe en charbon.

« On peut rapporter à deux grandes classes les procédés qui ont été mis en usage jusqu'à présent pour convertir la tourbe en charbon.

« Dans les uns on procède par suffocation, et dans les autres par distillation.

« Par la première de ces deux méthodes, le charbonnage de la tourbe a lieu, soit en meules comme dans la fabrication du charbon de bois, soit dans des fourneaux, mais sans recueillir les substances qui s'évaporent pendant l'opération.

« On ignore quelle méthode employait, pour le charbonage des tourbes, Charles Lamberville, avocat au conseil, le premier probablement qui l'ait pratiquée en France, comme il le déclare lui-même. Cet homme, dont il est juste de rappeler les travaux, vivait au commencement du dix-septième siècle. Il a publié, en 1626, un petit ouvrage intitulé : *Discours politiques et économiques*, dont il donna, en 1631, une seconde édition avec des augmentations, sous le titre d'*OEconomie* ou *Mesnage des terres inutiles*

propres à brusler et à faire charbon de forge. Lamberville, non-seulement reconnut la plupart des tourbières existantes en France, et amena de Hollande et de Danemark des ouvriers et des outils pour les exploiter; mais, *outre-passant même l'invention étrangère, il trouva les moyens de convertir certaines espèces de tourbes en charbon pour l'usage des forges, au lieu du charbon de pierre* (houille) *que les étrangers vendaient aux Français au prix que bon leur semblait.*

« Diétrich a vu des fourneaux à carboniser la tourbe, lors de son passage au Hartz, en 1781. L'appareil était en fer et de la hauteur de douze pieds, composé de trois pièces cylindriques en fonte, dont la première était posée sur une base, au centre de laquelle on remarquait un trou qui pouvait se fermer par une porte. A la partie supérieure de cette première pièce, on voyait un rebord fait pour recevoir la seconde, et il en était de même à la partie supérieure de celle-ci, destinée à supporter la troisième, sur laquelle s'adaptait un couvercle; on mettait quelques barres de fer sur l'ouverture de la base; on recouvrait cette espèce de grille, de paille et de copeaux; on remplissait ensuite le fourneau jusqu'à l'ouverture de la troisième pièce; on mettait le feu, et dès que la tourbe était embrasée, on fermait la porte adaptée au trou de la base, et on la lutait hermétiquement. A mesure que la flamme pénétrait, la tourbe s'affaissait, et on continuait à remplir le fourneau de nouvelle tourbe, jusqu'à ce qu'elle ne s'affaissât plus, ayant soin de remettre à chaque fois le couvercle; enfin on couvrait le tout, ainsi rempli, de poussier de charbon. On lutait hermétiquement le couvercle. En dix ou douze heures, la tourbe était charbonnée, et il fallait le même temps pour refroidir le fourneau. Cette opération réduisait ordinairement le volume de la masse de tourbe à moitié, et trois mille tourbes rendaient environ cinquante deux pieds cubes de charbon. Cramer a proposé de construire ces mêmes fourneaux en pierre, et de les revêtir intérieurement de ciment, pour que l'air n'y puisse pénétrer. Les fourneaux en fer ont, suivant Pfeiffer, l'inconvénient que les liqueurs qui se volatilisent pendant la distillation, les corrodent et les détruisent; cependant c'était avec ces fourneaux en fonte que le propriétaire d'une plaine tourbeuse, qui occupe le sommet du Blocksberg ou *Bruchberg*, la montagne la plus élevée de tout le Hartz, convertissait en charbon la tourbe qu'il en retirait, pour l'employer à la fonte des mines de fer.

« Les meilleurs fourneaux que l'on connût en France, il y a un certain nombre d'années, pour le charbonnage de la tourbe, étaient ceux des tourbières de Villeroy, décrits par Guettard en 1761, et ceux dont Carnolle faisait usage en 1787. On se servait à Villeroy d'un four en forme de cône renversé, semblable aux fours à chaux de Vichy, de Lyon et de plusieurs autres endroits de France. Un de ses côtés avait une porte haute de quatre à cinq pieds sur environ deux de large. Vers le bas du cône, était une voûte à ventouse qui portait la tourbe; au-dessous était placé le peu de feu qui est nécessaire pour allumer la tourbe; lorsqu'elle avait suffisamment pris feu, on bouchait le trou qui communiquait avec l'air extérieur, et on maçonnait la porte avec des briques. Le four étant rempli de tourbe, on la couvrait de terre et on la laissait brûler; peu à peu la masse entière s'affaisait, et on reconnaissait qu'elle était charbonnée lorsqu'elle ne jetait plus de fumée. Quand le charbon se fait bien, il ne doit pas se trouver de cendre sous la voûte, ou très peu. Pour qu'il soit bien cuit, il faut qu'il soit bien noir et sonnant. Huit jours au moins sont nécessaires pour reduire la tourbe en charbon dans ce fourneau.

« Le procédé de Carnolle diffère peu de celui de Guettard. Son fourneau, au lieu d'être en cône renversé, est un four de quinze pieds de diamètre et de trois pieds et demi d'élévation. A six pouces de terre, il y adapte une grille en fer, soutenue par des briques de distance en distance; l'intervalle entre-ces barreaux est d'un pouce. Le fourneau ainsi préparé, on y jette la tourbe bien sèche, sans aucun arrangement symétrique, jusqu'à la hauteur des murailles. On finit par un cône en tourbe, sur lequel on place une couverture de paille légèrement mouillée que l'on enduit de mortier de terre. Tout étant ainsi disposé, on y met le feu par quatre ouvreaux de six à sept pouces de longueur qu'on a pratiqués à ras de terre. Il faut aussi en pratiquer quatre autres entre ceux-ci, à deux pieds de terre; ils servent pour donner de l'air à volonté, et pour communiquer le feu également partout. Lorsque le feu s'est élevé dans le cône de tourbe, celui-ci s'affaisse et se crevasse; on y jette du sable ou de la terre mouillée, comme font les charbonniers en bois. Quand le cône est tout à fait affaissé jusqu'au niveau des parois du fourneau, on le couvre de cinq à six pouces de terre ou de sable, et l'on bouche tous les ouvreaux pour étouffer le charbon. On le laisse en cet état

pendant quatre jours. Après ce temps, on ouvre les ouvreaux d'en bas pour donner de l'air dans l'intérieur de la masse du charbon. On le laisse encore douze heures dans cet état, pour donner le temps aux gaz sulfureux qui se sont formés de s'évaporer; ensuite on rebouche les ouvreaux, et au bout de quatre jours on défourne le charbon. Trente sacs de tourbe doivent rendre vingt sacs de charbon, suivant l'auteur; mais M. Besse, qui a assisté à ses expériences à Dampierre, dit que le déchet est de près de moitié.

« La conversion de la tourbe en charbon au moyen de la distillation a été inventée en France, ou du moins y a été naturalisée, il y a quelques années. M. Fremin obtint, en 1787, un privilége exclusif pour cette opération. Il faisait usage de grandes boîtes de tôle, dont les feuilles étaient jointes de manière à empêcher tout accès de l'air extérieur. Les boîtes étaient placées dans un fourneau à grille, et l'on établissait le feu sous cette grille pour opérer la distillation.

« M. Thorin obtint, en 1792, du bureau de consultation, sur le rapport de Berthollet et Leblanc, une récompense nationale de 2,000 liv., comme auteur d'un fourneau plus parfait que ceux qui étaient connus jusqu'alors pour la distillation de la tourbe.

« Le procédé employé par M. Thorin, et qu'il avait exécuté, en 1788, en présence de deux commissaires de l'Académie, rentre, disaient les rapporteurs (Sage et Lavoisier), dans ceux connus et pratiqués en Allemagne. Il consiste dans une distillation très en grand de la tourbe. L'espèce de cucurbite où il la place est construite en tôle, et le feu l'environne de toutes parts; elle peut contenir quatre-vingt-quinze voies de tourbe. M. Thorin y a adapté des tuyaux de cuivre et des réfrigérents pour recevoir les produits qui se dégagent par la distillation. La cornue de M. Thorin est aplatie, pour que la tourbe offre moins d'épaisseur et puisse se convertir en charbon jusqu'au centre. Elle est traversée de tubes qui servent à procurer un prompt refroidissement.

« Quatre-vingt-quinze voies de tourbe de Mennecy ont été converties, au moyen de cet appareil, en soixante-cinq voies de charbon, et la quantité de tourbe brûlée à l'extérieur pour y parvenir, a été de soixante-huit voies; ainsi, cent soixante-trois

voies de tourbe n'ont rendu, par cette méthode, que soixante-cinq voies de charbon. Les cent soixante-trois voies de tourbe, à 30 sous la voie, ont coûté 245 liv. 10 sous; soixante-cinq voies de charbon, à 4 livres, en valent 260. M. Thorin pense qu'il faut ajouter en produit dix-huit livres de goudron, à 2 liv. 5 sous la livre (40 liv. 10 s.), environ cinq livres d'huile, en ne la supposant que pour la peinture, à 15 s. la livre (3 liv. 15 s.). M. Thorin croit que l'huile légère peut servir à conserver le bois dans l'eau, et à le préserver de la piqûre des vers, et l'huile épaisse à garantir le fer de la rouille. Plus, environ neuf seaux de flegme ammoniacal à 5 s. (2 liv. 5 s.); enfin, dix boisseaux de cendres pour engrais, à 30 s. (15 liv.). »

(*Annales des Mines.*)

Résultats des essais faits avec le charbon de tourbe préparé au fourneau de M. Thorin, à Paris, par ordre de la commission d'agriculture et des arts. Par MM. Besson et Liégeon.

« Les deux commissaires chargés de ces essais, se sont transportés, le 26 floréal, chez M. Manguin, coutelier, passage du Saumon, pour constater si le charbon de tourbe ne serait point nuisible à une bonne trempe. Après qu'on eut nettoyé la forge, et allumé un peu de charbon de bois pour enflammer le charbon de tourbe, ainsi qu'on le pratique pour allumer aussi la houille, il a été forgé devant eux deux dos de rasoirs, ainsi qu'une lame de couteau, auxquels ont été employés l'acier d'Angleterre pour les rasoirs, et l'acier d'Allemagne pour le couteau. On a aussi forgé différents morceaux de fer. Un ouvrier a même parfaitement soudé un morceau d'acier d'Angleterre le plus fin, portant la marque d'Osterman, pour faire, disait-il, un essai difficile, attendu que l'acier ne se soude à lui-même que très difficilement. M. Manguin et les ouvriers qui ont forgé les aciers et les fers ont déclaré : que le feu occasionné par le charbon de tourbe est plus doux et plus uniforme que celui du charbon de bois; qu'il chauffe plus également et qu'il a plus d'activité; qu'il faut à peu près un tiers moins de ce charbon que de celui de bois pour faire la même quantité d'ouvrage; que ce charbon de tourbe *crasse* moins, et écaille moins le fer et l'acier, et qu'il brûle moins la main de l'ouvrier que celui de bois; qu'à la trempe, il *découvre* beaucoup moins que le charbon de bois; qu'il leur paraît plus propre que

le charbon de bois pour les petites forges telles que celles des couteliers et des fourbisseurs.

« Ces deux commissaires se sont rendus le même jour à l'affinage de la monnaie, pour y faire des essais sur la fonte des métaux par le charbon de tourbe. M. Lelièvre, contrôleur de l'affinage, leur a donné les moyens de remplir leur mission. Dans deux fourneaux à vent, d'égales grandeur et capacité, et qui étaient froids, il a été placé dans chacun un creuset. Dans le premier fourneau, qu'on nommera A, il a été versé du charbon de bois, ainsi qu'il se pratique ordinairement à cet atelier d'affinage. Le deuxième fourneau, qu'on nommera B, a été également rempli de charbon de tourbe. Le feu a été mis en même temps aux deux fourneaux, et entretenu de la même manière. Il a paru d'abord que le fourneau A chauffait davantage ou plus promptement que le fourneau B, cependant avec une légère différence. Au bout de quarante-neuf minutes, le creuset du fourneau A s'est trouvé assez échauffé, et on a commencé à y mettre de l'argent destiné à être fondu. Le creuset du fourneau B n'a été en état de recevoir de l'argent que six minutes plus tard, d'après le jugement ou le coup d'œil des ouvriers. On a continué à mettre des charbons dans chaque fourneau, à mesure qu'il était nécessaire, ainsi que de l'argent dans chaque creuset, jusqu'à ce que chacun d'eux en contînt quarante marcs. Au bout de deux heures dix-neuf minutes, à compter du commencement de toute l'opération, l'argent s'est trouvé en fusion dans les deux creusets ; il a été versé ensemble dans le même creuset, et de là dans la lingotière. On avait mesuré à part chaque espèce de charbon. Il en a été consommé cinq boisseaux de chacun ; mais à la fin des deux fusions, il restait un grand brasier allumé dans le fourneau B, qui avait été alimenté par le charbon de tourbe ; le charbon de bois s'était consumé davantage. D'après ce résultat, les commissaires pensent qu'en se servant du charbon de tourbe, on obtiendra en général une continuité de chaleur plus longtemps soutenue avec une moindre quantité de combustible, et que ce charbon sera plus propre que celui de bois aux usages où cette continuité de chaleur est nécessaire, tels que pour les machines à vapeur, la fonte du cuivre, les essais des métaux, etc. Le peu d'activité que le charbon de tourbe a montré d'abord dans cette expérience, peut être attribué à ce que celui qu'on employait était fait depuis

quatre ans, et peut-être détérioré par son séjour dans le magasin.

« Les commissaires, désirant faire des essais pour le travail et la trempe de l'acier par le même charbon de tourbe, plus en grand qu'à la forge du coutelier, se sont transportés quai Voltaire, n° 6, à l'atelier de la république pour les armes blanches, dirigé par M. Adnès, chef de cet atelier. La forge étant nettoyée de tout autre charbon, on y a mis de celui de tourbe, et le feu à onze heures dix minutes. On a observé que la flamme de ce charbon était plus jaune que celle du charbon de bois, qu'on brûlait dans une autre forge, allumée sous la même cheminée. M. Adnès n'a pas trouvé que ce charbon contînt de principe nuisible pour le fer ou l'acier, soit à la chauffe, soit à la trempe. Il a déclaré que, faute de charbon de bois, il exécuterait avec celui de tourbe les mêmes travaux dans son atelier.

« Un essai a été fait, le 2 prairial, chez M. Mabillot, teinturier, rue Saint-Germain-l'Auxerrois, par les mêmes commissaires, pour comparer l'usage du charbon de tourbe avec celui de la houille, pour l'ébullition des chaudières. En se servant de la même chaudière et du même gril, enfin toutes choses étant égales d'ailleurs, l'eau a été mise en ébullition, en se servant de charbon de tourbe, dans l'espace de deux heures et demie, tandis qu'elle n'a bouilli qu'au bout de neuf heures avec la houille. A la vérité, cette dernière n'était pas du charbon sec ou flambant, comme l'est ordinairement celui de Decize, qu'on avait demandé pour cet essai, et il était au moins très mêlé avec du charbon de forge, qui a besoin de l'action du soufflet. Cet essai prouve qu'on peut tirer le plus grand parti du charbon de tourbe, en le plaçant sur une grille et non sur l'âtre. En évaluant en argent le prix des deux combustibles employés dans cette expérience, on trouve qu'il a été brûlé pour 6 liv. environ de charbon, qu'on a donné pour être de Decize, c'est-à-dire la douzième partie d'une voie, au prix de 71 liv. 16 s., et pour 3 liv. 15 s. seulement de charbon de tourbe; savoir, une voie et un quart à 3 liv. la voie.

(*Annales des Mines.*)

Nous terminerons ces nombreuses observations par une comparaison des divers combustibles entre eux, sous le point de vue de

leur puissance calorifiante, évaluée d'après les quantités d'eau qu'ils peuvent porter à l'ébulition, en procédant à cette caléfaction *cœteris paribus*.

Matière employée.		Eau portée de 0 à 100°
Un kil.	bois sec.	36 kilogr.
id.	bois tenant 25/100 d'eau. . .	27
id.	charbon de bois.	75
id.	houille grasse moyenne. . .	60
id.	coke tenant 15/100 de cendre.	66
id.	tourbe limoneuse en nature. .	25 à 30
id.	charbon de tourbe, tenant 20/100 de cendres. . . .	63

FIN.

Pendant que cet ouvrage s'imprimait, nous nous occupions du minutieux relevé des registres d'une fabrication de coke, qui a déjà duré plus de dix années consécutives. Ce travail étant achevé, nous croyons en devoir donnner ici le résultat général.

Les quantités de houille soumises à la distillation ont été de. . . . . 2,253,148 hect.

on en a obtenu en coke marchand.	2,731,813 1/2
et en menuaille de coke. . . .	46,994
Total.	2,778,807 1/2

ce qui équivaut, en volume, à peu près à 1 et 23 1/3 de la houille employée, et en poids à peu près à 49 pour 100.

Mais il est à remarquer qu'il n'est ici question que des houilles grasses les plus bitumineuses, provenant en presque totalité des extractions du Flénu, près Mons en Belgique, et pour une bien moindre proportion, des mines d'Anzin et de Douchy. Notre document n'est donc point d'une application générale aux comparaisons qu'on pourrait avoir besoin de faire dans le cas de carbonisation des autres natures de houille.

Si l'on observe d'ailleurs que cette immense distillation a eu lieu à vases clos, dans une usine à gaz, et

que ce mode de carbonisation offre toujours une production en coke d'environ cinq pour cent plus forte que la carbonisation, même dans les fours les mieux appropriés, il faudra réduire le rendement dans cette proportion.

Les quantités de goudron cru et encore aqueux recueillies de la distillalion des 2,253,148 hectolitres de houille ont été de 3,803,175 kil., c'est-à-dire dans le rapport d'environ 2 1/4 pour cent du poids de la houille distillée.

Quant à la production des liqueurs ammoniacales, elle n'a point été aussi exactement constatée. (Cette constatation serait en effet très minutieuse, à cause du degré de densité extrêmement variable des eaux ammoniacales que l'on recueille.) Mais on pourra se faire un aperçu de ce produit, assez insignifiant d'ailleurs, quand on saura que la valeur vénale n'en a pas dépassé 20,000 fr., prix de la vente à Paris.

TABLE DES CHAPITRES.

FIN DE LA TABLE.

Carbonisation simultanée de la Houille et de la Tourbe,
ou carbonisation simultanée de l'une ou de l'autre avec cuisson de la Chaux, de la Brique, &c. &c.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 7.

Carbonisation de la Houille.

Fig. 1. Élévation.

Fig. 2. Coupe selon CD.

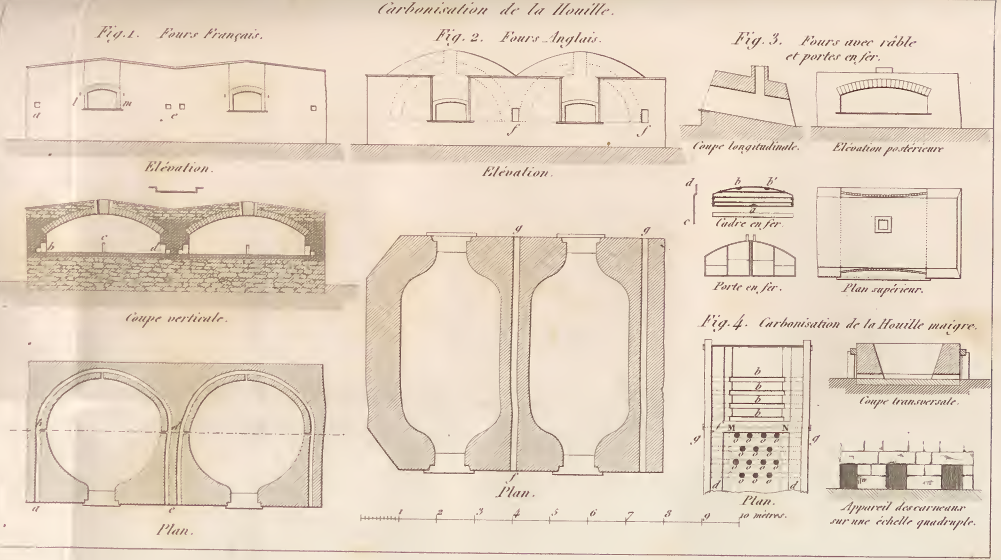
Fig. 3. Plan selon AB.

Fig. 4. Élévation.

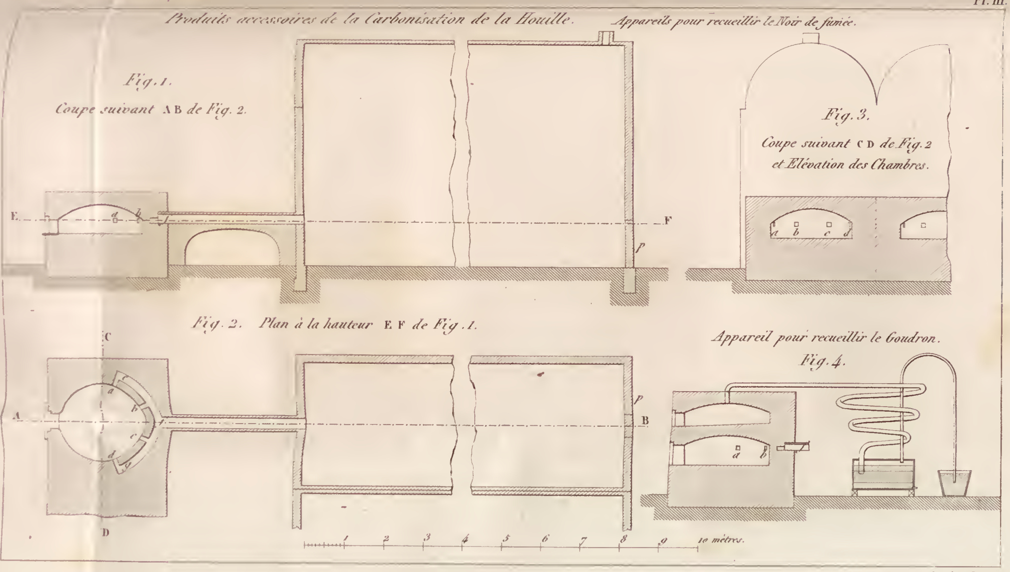
Fig. 5. Coupe selon CD.

Fig. 6. Plan selon AB.

1 2 3 4 5 6 7 mètres



Gravé par Durau.



Gravé par Durau.

Carbonisation de la Houille.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 12.

Carbonisation de la Tourbe.

Fig. 5 a. Fig. 5 b. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Gravé par Durau.